

UNIVERSITÉ DE CLERMONT — FACULTÉ DES SCIENCES
ANNÉE 1956 N° D'ORDRE : 16 - SÉRIE E

THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Pierre GRANGEON

1^{re} Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PALÉONTO-
LOGIE VÉGÉTALE DU MASSIF DU COIRON.
(Sud-Est du Massif Central Français)

2^e Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TERRAINS
TERTIAIRES, DE LA TECTONIQUE ET DU
VOLCANISME DU MASSIF DU COIRON.
(Sud-Est du Massif Central Français)

SOUTENUES LE 28 AVRIL 1956 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. ROQUES *Président*

P. LAPADU-HARGUES

J. CHAZE

le Chanoine DEPAPE, Professeur honoraire
à la Faculté libre des Sciences de Lille

} *Examineurs*

La première thèse a été publiée dans : « *Les mémoires de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne* », N° 6.

G. DE BUSSAC
CLERMONT-FERRAND
1958



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546610_0011

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DE LA PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE
DU MASSIF DU COIRON (Ardèche)
(Sud-Est du Massif-Central Français)

UNIVERSITÉ DE CLERMONT — FACULTÉ DES SCIENCES

Doyen

M. DELANGE, Analyse supérieure.

Assesseur

M. RAMBAUD, Chimie Générale.

Professeurs honoraires

MM. HAAG, Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

JUNG, Professeur à la Sorbonne

MANDELBROJT, Professeur au Collège de France.

GAUTHIER, Maître de Conférences honoraire.

Professeurs

MM. DELANGE, Calcul différentiel et intégral.

DUBOIS, Physique générale.

BLANC, Mécanique rationnelle.

JAFFRAY, Physique générale.

RAMBAUD, Chimie générale.

RÉMY, Chimie industrielle.

TRUFFAULT, Chimie industrielle.

HOVASSE, Zoologie et Biologie animale.

CHAZE, Botanique pure et appliquée.

ROQUES, Géologie et Minéralogie.

LAPADU-HARGUES, Minéralogie.

Professeurs sans chaire

MM. SAMUEL, Mathématiques.

RAOULT, Physique

LUTZ, Zoologie.

CHAMPAGNAT, Botanique.

Maîtres de Conférences

MM. TAGLAND, Physique.

DUPLESSIS-KERGOMARD, Chimie.

PARIAUD, Chimie, Physique.

Secrétaire

M. MERCIER

UNIVERSITÉ DE CLERMONT — FACULTÉ DES SCIENCES
ANNÉE 1956 N° D'ORDRE : 16 - SÉRIE E

THÈSES

PRÉSENTÉES

à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand

POUR OBTENIR
LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR
Pierre GRANGEON

1^{re} Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE DU MASSIF DU COIRON.
(Sud-Est du Massif Central Français)

2^e Thèse : CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TERRAINS TERTIAIRES, DE LA TECTONIQUE ET DU VOLCANISME DU MASSIF DU COIRON.
(Sud-Est du Massif Central Français)

SOUTENUES LE 28 AVRIL 1956 DEVANT LA COMMISSION D'EXAMEN

MM. ROQUES *Président*

P. LAPADU-HARGUES

J. CHAZE

le Chanoine DEPAPE, Professeur honoraire
à la Faculté libre des Sciences de Lille

} *Examineurs*

La première thèse a été publiée dans : « *Les mémoires de la Société d'Histoire Naturelle d'Auvergne* », N° 6.

G. DE BUSSAC
CLERMONT-FERRAND
1958



« C'EST A L'AIDE DE DÉBRIS EN APPARENCE INFORMES,
QUE LA PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE EST PARVENUE A
RETROUVER LES PLANTES DES PLUS ANCIENS AGES, A DÉ-
CRIRE LEUR ASPECT, A CONNAITRE LEURS ORGANES ET A
RECONSTITUER JUSQU'A LA PHYSIONOMIE DES PAYSAGES
PRIMITIFS. CES DÉBRIS SONT LES PHRASES ÉPARSES DU
VIEUX LIVRE DE LA NATURE. SI L'ON S'ATTACHE A LES
DÉCHIFFRER, ON OUBLIE BIEN VITE LA SINGULARITÉ DES
CARACTÈRES ET LE MAUVAIS ÉTAT DES PAGES. LA PENSÉE
SE LÈVE, LES IDÉES SE DÉVELOPPENT, LE MANUSCRIT SE
DÉROULE ; C'EST LA TOMBE QUI PARLE ET LIVRE SON
SECRET. »

Comte de Saprota (*Le monde des plantes avant
l'apparition de l'homme*).

AVANT-PROPOS

CEST au cours de promenades en Auvergne et dans le Velay, ce pays de « Vésuves éteints », aux panoramas grandioses et enchanteurs, que nous avons pris goût aux Sciences Naturelles.

Si notre vocation de géologue date de nos années de jeunesse, nous ne fûmes dirigé vers la Paléobotanique que plus tard, par Monseigneur DELÉPINE, Recteur honoraire de l'Université Catholique de Lille, membre de l'Institut, notre ancien maître. C'est tout naturellement à lui que va notre reconnaissance initiale.

L'éminent spécialiste qu'est Monsieur le Chanoine DEPAPE, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille, a eu évidemment un rôle prépondérant dans le contrôle de notre travail. La compétence que lui confèrent ses nombreux travaux sur les flores tertiaires, a fait de lui le meilleur des guides pour nos recherches paléobotaniques qu'il a inspirées. Aussi, est-ce pour nous un agréable devoir de lui exprimer ici, toute notre gratitude.

Les facilités offertes par notre résidence à Brioude nous ont permis de poursuivre nos recherches sur le terrain, dans les meilleures conditions possibles et nous ont naturellement amené à fréquenter assiduellement le Laboratoire de Géologie de Clermont où Monsieur le Professeur M. ROQUES nous a accueilli avec son amabilité coutumière. Nous lui devons une reconnaissance toute particulière pour avoir bien voulu suivre de très près la partie géologique de notre étude sur le Coiron.

Nous avons également largement bénéficié, dans ce Laboratoire, des conseils éclairés de Monsieur le Professeur P. LAPADU-HARGUES, à qui nous tenons à manifester toute notre gratitude.

On ne peut concevoir, en France, une étude approfondie en sciences naturelles qui ne conduise à consulter les incomparables trésors scientifiques que constituent les collections du Muséum National d'Histoire Naturelle. L'étude des flores tertiaires ne peut se faire qu'en liaison étroite avec celle des flores actuelles.

Monsieur le Professeur H. HUMBERT, à qui nous exprimons notre très respectueuse reconnaissance, nous a largement ouvert les portes du Laboratoire de Phanérogamie, qu'il dirige ; ses collaborateurs Madame TARDIEU et Monsieur LEANDRY, sous-directeurs, Monsieur ARÈNES, assistant, se sont empressés, pour nous faciliter l'étude de toutes ses richesses ; qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de notre gratitude la plus sincère.

Nous devons exprimer notre reconnaissance la plus profonde à Monsieur le Professeur C. ARAMBOURG, Directeur du Laboratoire de Paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, qui, malgré de multiples occupations, a bien voulu se charger de la détermination des poissons fossiles du Ranc et du Combier ; à Monsieur le Professeur M. VACHON, Directeur du Laboratoire de Zoologie, Vers et Crustacés, du Muséum, qui a aimablement déterminé quelques empreintes d'Arachnides et de Crustacés ; à l'éminent spécialiste P. JODOT qui a bien voulu étudier les coquilles fossiles de Mirabel et dont le travail nous a permis de tirer d'importantes conclusions sur le Pliocène du Coiron et sur les mouvements orogéniques qui ont affecté cette région ; à Monsieur R. MICHEL, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Grenoble, qui daigna prendre sur

ses vacances pour parcourir avec nous le Nord-Est du Coiron et accepta, aimablement, par ailleurs, de s'occuper de l'étude pétrochimique des laves de cette contrée ; à Monsieur F. FIRTION, de l'Université sarroise, qui a bien voulu effectuer l'étude palynologique des diatomites et des lignites de Charay, du Ranc et de Pourchères et nous a offert gracieusement les microphotographies des pollens et spores qu'il a pu découvrir ; aux distingués spécialistes Messieurs P. GUERMEUR et E. MANGUIN qui, malgré leurs multiples occupations, ont aimablement accepté d'entreprendre l'étude de la flore diatomique du tripoli des environs de Privas ; à Monsieur D. LAURENTIAUX, assistant de Géologie à la Sorbonne, qui a bien voulu se charger de la détermination de quelques insectes fossiles découverts dans la diatomite de Charay et du Ranc.

Nous tenons à témoigner notre reconnaissance la plus respectueuse au Professeur Dr. R. KRÄUSEL, Directeur du Laboratoire de Paléobotanique du Muséum d'Histoire Naturelle de Francfort-sur-le-Main, qui a daigné s'intéresser à quelques restes de Conifères de détermination particulièrement délicate ; au Professeur Dr. Fr. KIRCHHEIMER, de l'Université de Fribourg-en-Brisgau, spécialiste des Vitacées fossiles, qui a aimablement déterminé deux graines fossiles de vigne, provenant de Charay ; à Monsieur le Professeur G. DENIZOT, Directeur du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, qui nous a fait bénéficier des connaissances approfondies qu'il possède sur le Pliocène de la vallée du Rhône.

Enfin, nous tenons à exprimer notre gratitude la plus vive à tous ceux qui nous ont aidé d'une façon ou de l'autre dans notre travail, ce sont :

Monsieur J. VIRET, Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon, qui nous a fourni de précieux renseignements sur les Mammifères de la diatomite du Combiér et sur ceux de Mirabel déterminés par JOURDAN.

Monsieur l'Abbé R. LAVOCAT, Directeur du Laboratoire de Paléontologie des vertébrés à l'Ecole des Hautes Etudes, qui a toujours été pour nous un conseiller très averti.

Monsieur E. BOUREAU, sous-Directeur du Laboratoire de Paléontologie végétale du Muséum de Paris, qui nous a toujours accueilli avec la plus grande sympathie et a pris le plus vif intérêt à notre travail.

Monsieur J. GOGUEL, Directeur du Service de la Carte Géologique, qui a aimablement mis à notre disposition les photographies aériennes du Coiron ; cette documentation fut pour nous une aide des plus précieuses.

Mademoiselle Bonnie C. TEMPLETON, Curator of Botany, à Los Angeles County Museum (Californie), qui nous a fourni des renseignements très précieux sur l'aire géographique et l'écologie de *Sequoia sempervirens*, le « Redwood » de Californie.

Mademoiselle Josepha MENENDEZ AMOR, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Madrid, qui a bien voulu nous faire parvenir des échantillons de *Zelkova*, cueillis dans le parc du Muséum de Madrid.

Monsieur l'Abbé DUBAR et Mademoiselle D. LE MAITRE, Professeurs à la Faculté libre des Sciences de Lille, qui n'ont cessé de nous donner un concours dévoué.

Monsieur le Professeur J. CHAZE, Directeur du Laboratoire de Botanique de Clermont, qui nous a aimablement permis l'accès de sa bibliothèque.

Les Frères NAUTON et CHAMBON qui ont bien voulu prendre et nous offrir gracieusement plusieurs photographies de la région du Coiron.

Nous ne saurions oublier, en terminant, le personnel du Laboratoire de Géologie de Clermont, dont l'ambiance particulièrement sympathique et studieuse, a rendu notre travail à la fois plus facile et plus profitable.

INTRODUCTION

C'EST dans les collections de la Faculté des Sciences de l'Institut Catholique de Lille que nous avons trouvé une grande partie des documents que nous étudions dans le présent travail. Ils furent recueillis, les uns, avant 1887 et depuis, jusqu'en 1905, par l'abbé BOULAY, qu'à cette date la mort arracha brusquement à ses recherches ; les autres, après 1910, par M. le Chanoine DEPAPE, élève de l'abbé Boulay. Tous deux ont consacré d'importants travaux à la paléobotanique tertiaire. Le lot le plus considérable de ces documents est constitué par des empreintes foliaires, des graines et quelques fruits. Des squelettes de poissons, des restes d'insectes, d'arachnides et de crustacés complètent heureusement la série paléobotanique.

Aux collections de l'abbé BOULAY et de M. le Chanoine DEPAPE, sont venues s'ajouter, d'une part, celles que J. DIDON et nous-même avons récoltées dans les stations visitées par eux et dans de nouveaux gisements situés dans le voisinage, et, d'autre part, des restes de Vertébrés, notamment un magnifique squelette de *Cyprinus* (1), une mandibule de *Sus major* Gerv. et quelques ossements d'Antilope de la taille de *Tragocerus amaltheus* Wagn., extraits des carrières à tripoli de la Société Amand, au Combier, près Alissas. Les ossements de Mammifères fossiles ont été déterminés par M. VIRET et font partie des collections du Muséum de Lyon.

Enfin, nous avons découvert récemment, à 200-300 m. au S.E. de Mirabel, sous la coulée inférieure de basalte, dans des sables fluviaux à éléments volcaniques, une faune de Gastéropodes et de Lamellibranches qu'a bien voulu étudier P. JODOT (P. GRANGEON et P. JODOT, 1954 et 1956) (2).

La « macropaléontologie » a été heureusement complétée par la « micropaléontologie », c'est-à-dire l'analyse pollinique, effectuée par M. FIRTION, de l'Université sarroise.

Les empreintes végétales décrites et figurées dans ce travail proviennent de trois principaux gisements :

1°. — De *Pourchères*, village situé à une dizaine de km. à l'O.-N.O. de Privas. A 500 m. environ, au N.O. de cette localité, le tripoli jadis exploité et sur lequel repose le basalte, est fossilifère. Au S.E. du même village, dans le vallon de Bartras, sur la commune de Creysseilles, plusieurs amas de tripoli remanié, renferment des plantes fossiles.

(1) Ce squelette de poisson provient des carrières à tripoli du Combier et nous fut aimablement remis par le propriétaire de l'exploitation M. Boutillon, industriel à Privas, que nous remercions bien vivement.

(2) Les Mollusques pliocènes recueillis à Mirabel sont conservés dans les collections du laboratoire de Géologie de Clermont-Fd.

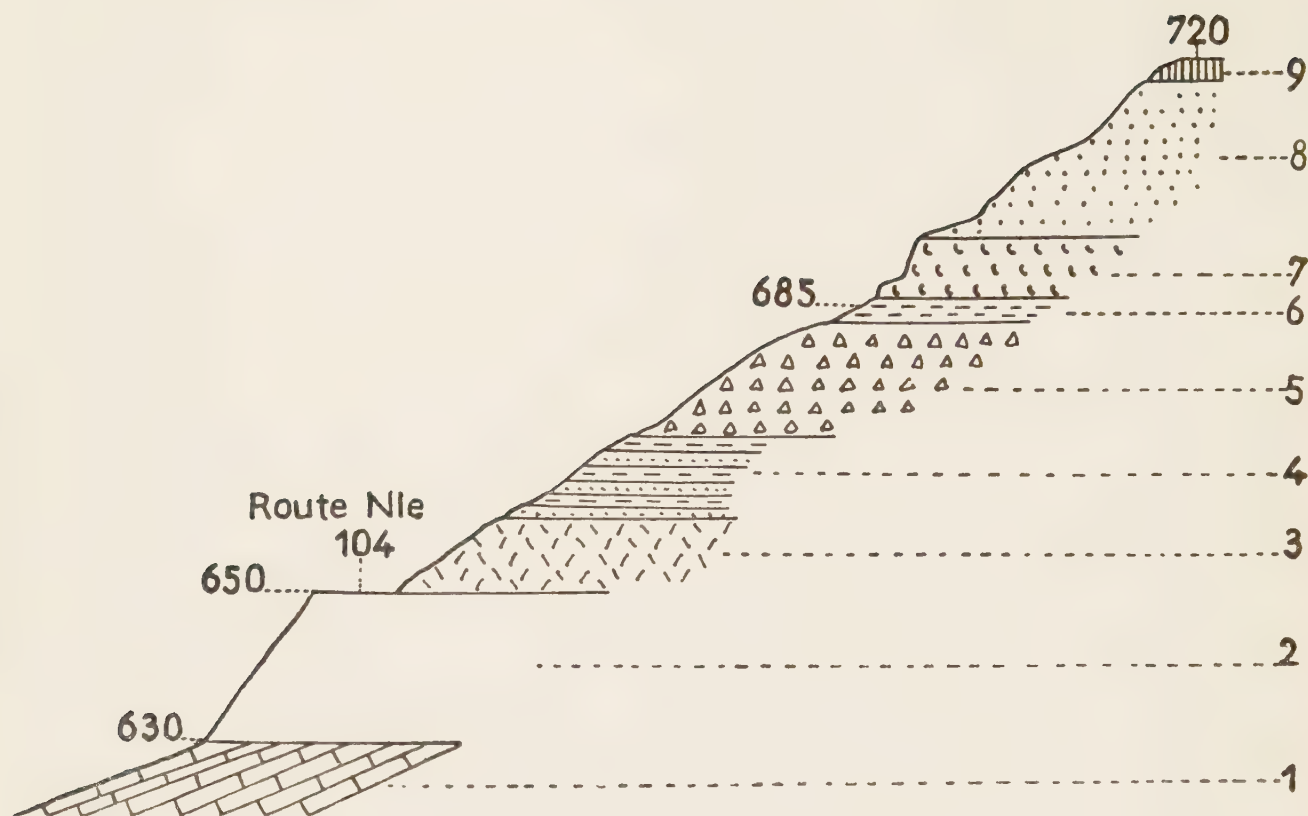


FIG. 1 — COUPE DES FORMATIONS MIOCÈNES DU MONT CHARAY
PRISE A 200-250 MÈTRES AU SUD-OUEST DE L'AUBERGE
DE LA MAISON-NEUVE

1. — Marno-calcaires oxfordiens.
2. — Partie masquée par le talus de la route et les éboulis.
3. — Tufs volcaniques, riches en éléments calcaires : 9-10 m.
4. — Alternances de sables, de tufs et d'argiles feuilletées : 10-11 m.
5. — Brèches volcaniques à blocs de calcaire anguleux : 15-16 m.
6. — Diatomite à plantes fossiles : 2,50 m.
7. — Brèches volcaniques à grain fin, formant falaise : 8-9 m.
8. — Brèches volcaniques plus sableuses que les précédentes, plus friables : 21-22 m.
9. — Basalte très altéré : 3-4 m.

2°. — Des *flancs du Mont Charay*. Le gisement est ici constitué par de véritables schistes à Diatomées, sur lesquels reposent des tufs volcaniques bréchiformes, très durs, formant corniche. Le point fossilifère est situé à 200 m., environ, au N.O. de l'auberge de la Maison-Neuve, sous la falaise de tufs, au-dessus de la route nationale n° 104, à 9 km. 300 de Privas.

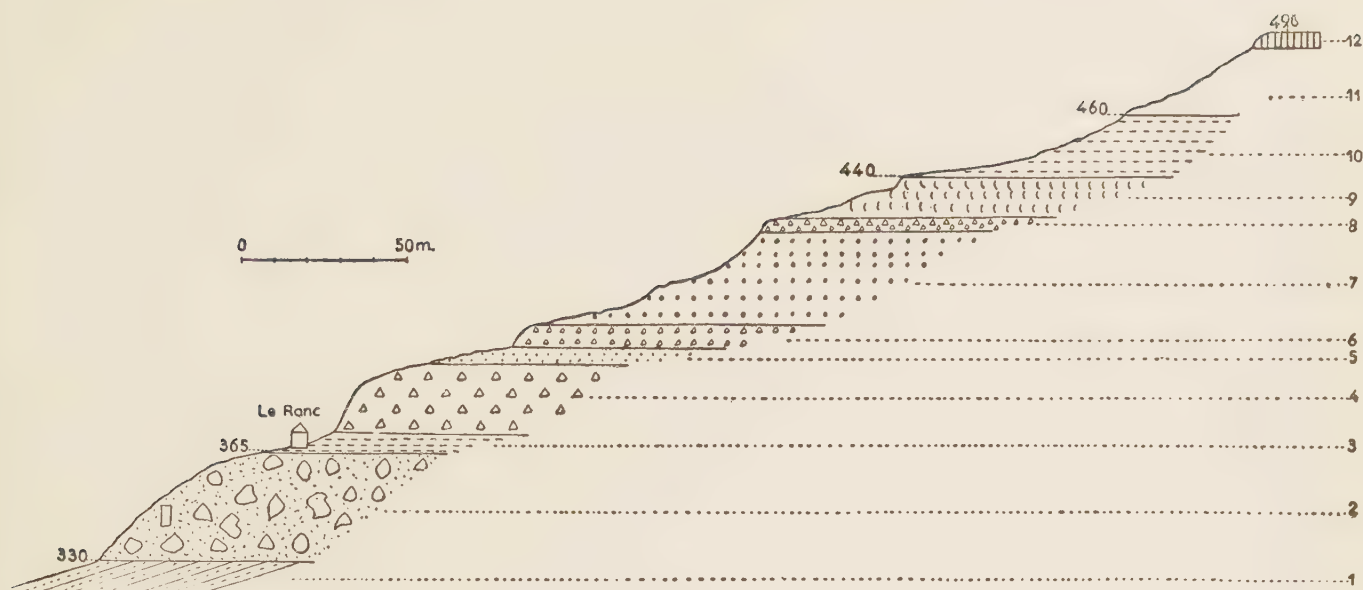


FIG. 2 — COUPE DES FORMATIONS MIOCÈNES VOLCANO-LACUSTRES
PRISE A 100 M. AU NORD DU RANC

1. — Marnes valanginiennes.
2. — Conglomérat du Ranc (coulée boueuse à gros blocs de basalte et de marne) : 32-35 m.
3. — Diatomite inférieure à plantes fossiles : 6-7 m.
4. — Brèches volcaniques compactes : 18-19 m.
5. — Brèches volcaniques noires, friables : 7-8 m.
6. — Brèches volcaniques compactes : 6-7 m.
7. — Tufs volcaniques bréchiformes : 27-29 m.
8. — Brèches volcaniques compactes : 3-4 m.
9. — Tufs volcaniques bréchiformes : 9-10 m.
10. — Diatomite supérieure à *Sus major*, *Tragocerus amaltheus*, épaisseur visible : 20 m.
11. — Eboulis basaltiques, masquant probablement une partie de la diatomite : 20-25.
12. — Basalte

3°. — De *Rochessauve*. Les couches fossilifères se rencontrent :

a/ A une centaine de mètres au Nord de la ferme Guigon, au village du Ranc, immédiatement en dessous de la falaise de brèches volcaniques. L'affleurement n'est pas visible, mais en creusant à 40 cm., on retrouve les strates fossilifères.

b/ Au lieu dit « Bouzarin », à 500-600 m. au Nord du Ranc, sur la rive gauche du ruisseau qui sert de limite aux communes d'Alissas et de Rochessauve, un peu en dessous de la falaise de brèches, le long du sentier qui conduit à la ferme de la Grangette.

FIG 3

ENSEMBLE
DES FORMATIONS MIOCÈNES
DE CHARAY.

Vue prise de l'Auberge de la
Maison-Neuve.

Sur la droite les Calcaires ox-
fordiens ; au centre de la photo :
la falaise de Brèches en-dessous
desquelles on aperçoit la Dia-
tomite fossilifère blanche.



FIG. 4

LE GISEMENT DE CHARAY.

La Diatomite fossilifère appa-
raît nettement en-dessous de la
falaise de Brèches.

FIG. 5

LA COLLINE MIOCÈNE DU RANC.



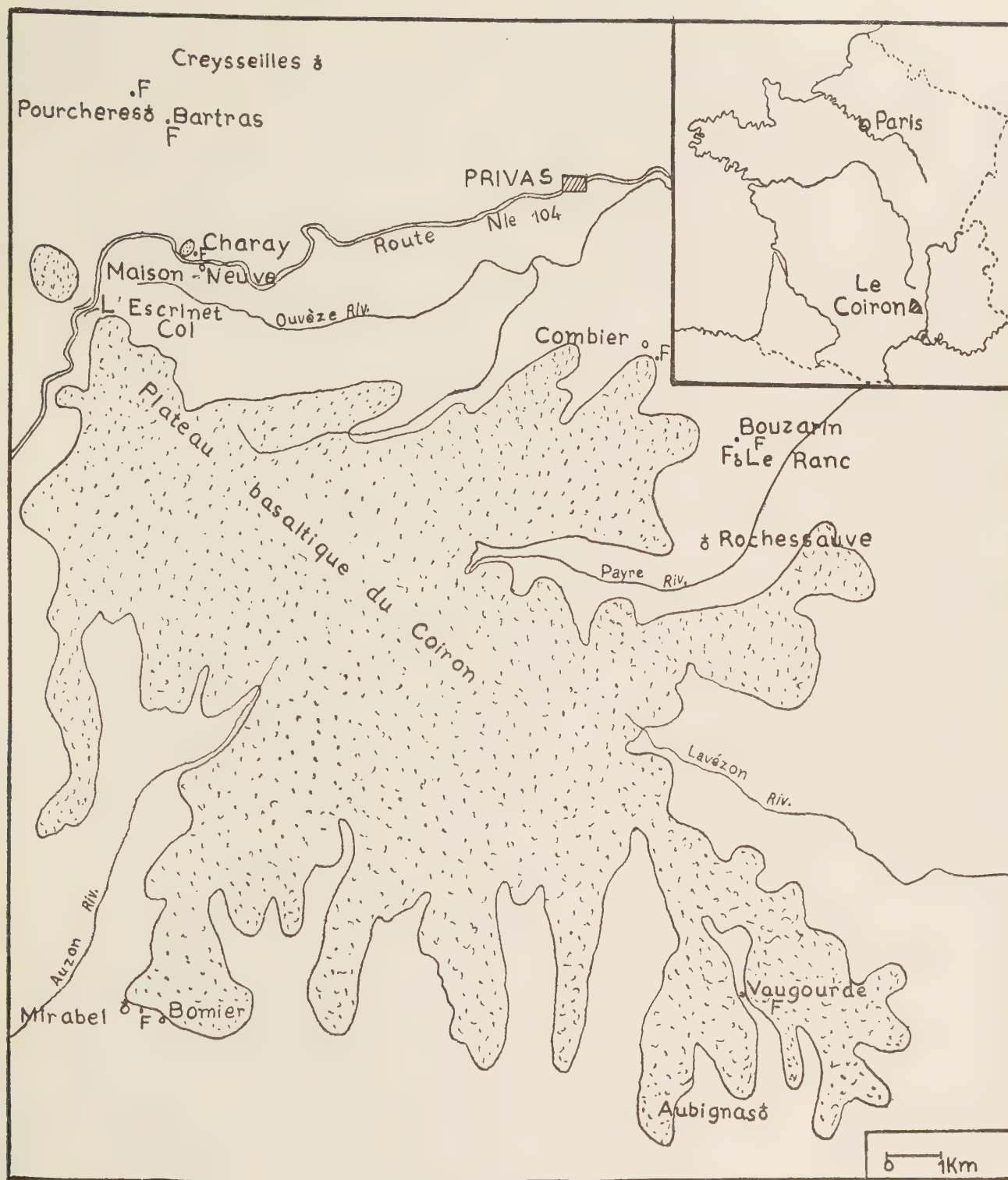


FIG. 6 — CROQUIS DE SITUATION DES LIEUX CITÉS.

Certains lits de tripoli exploité au Combiér sont aussi fossilifères, mais aucune empreinte ne fut recueillie par l'abbé BOULAY à ce niveau, les carrières actuelles n'étant pas ouvertes à cette époque.

Nous décrivons, plus en détail, ces gisements dans un deuxième mémoire consacré à l'étude de la stratigraphie des terrains tertiaires compris entre le basalte du Coiron et les calcaires et marnes jurassiques ou crétacés.

Dans la détermination des empreintes, en majorité foliaires, nous nous sommes appliqué surtout à l'étude de la nervation, qui est un des caractères les plus constants d'organes essentiellement polymorphes, sans négliger pour autant, la forme, la texture et la denticulation. C'est dans l'observation, sur plusieurs échantillons, d'un ensemble de caractères que l'on arrive à établir une détermination reposant sur des bases suffisamment solides pour qu'elle soit, sinon d'une certitude obsolue, du moins très probable. Dans ce but, nous avons multiplié les comparaisons des empreintes fossiles avec les plantes actuelles et, dans bien des cas, nous avons découvert une réelle affinité et parfois une identité parfaite avec des espèces aujourd'hui disparues de nos régions, mais conservées dans des pays plus favorisés, en Extrême-Orient notamment. Rares sont les empreintes dont nous n'avons pu établir les relations avec les plantes vivantes ; nous nous garderons, cependant, de conclure que ces plantes fossiles n'ont pas d'équivalent dans les flores actuelles ; si nous n'avons pas découvert l'espèce vivante dont les organes foliaires ou les fruits sont voisins des empreintes fossiles, c'est plutôt, croyons-nous, parce qu'elle ne se trouvait pas dans les collections que nous avons consultées, ou bien qu'elle appartient à une région non encore explorée dans tous ses recoins. Parmi ces exceptions, citons : *Acer* sp., *Ardisia paucinervis* N. Boul., *Phyllites Hederæformis*.

Pour les espèces qui n'avaient pas été signalées par l'abbé BOULAY, nous avons simplement indiqué la plante vivante avec laquelle elles présentent le plus d'affinité. Certains auteurs modernes font suivre le nom de la plante actuelle du mot « *fossilis* », d'autres la font précéder du préfixe « Mio » ou « Plio » ; ce sont des procédés différents pour désigner les liens de parenté d'une espèce fossile avec une espèce de la flore actuelle. Nous disons liens de parenté, en général assez évidents, mais il est parfois impossible de conclure à une identité absolue entre l'espèce fossile et l'espèce vivante. Il faut d'ailleurs remarquer, avec SZAFER (1946, p. 97), que « To give right names to tertiary plants is a difficult task, in a considerable degree it is subjective ». Cependant dans certains cas, si le nombre d'échantillons fossiles est suffisamment grand, et si les caractères spécifiques sont bien marqués, il est alors possible d'identifier l'espèce fossile avec l'espèce vivante, surtout si la présence de fruits confirme les analogies fournies par les empreintes foliaires.

A l'exemple de LAURENT, MARTY et M. le Chanoine DEPAPE, nous avons groupé les formes faisant partie d'une même gamme de variations foliaires. Si elle réduit le nombre des espèces, cette méthode a l'avantage de correspondre aux faits observés dans la nature actuelle ; elle évite de séparer des formes qui se rangent naturellement au sein des variations d'une même espèce et appartiennent souvent au même individu. Les anciens Paléobotanistes avaient multiplié les espèces à tel point que leurs spécifications sont basées souvent, uniquement sur des variations de forme, de dimensions, etc..., parfois si légères qu'il est difficile de déceler les caractères spécifiques qui leur ont permis de rattacher une empreinte à telle espèce plutôt qu'à telle autre. A ce propos, NÈMEJC (1949), p. 42), écrit : « If we are examining thoroughly. The various published figures and descriptions, we often are unable to find any satisfactory proof, why there has been fixed such a large quantity of various well defined species ».

Les difficultés rencontrées par les Paléobotanistes pour attribuer aux empreintes fossiles une place adéquate, dans la systématique, sont, certes, une conséquence de la grande variabilité des organes foliaires, mais aussi de la richesse des flores fossiles en espèces aujourd'hui disparues de nos régions tempérées. La végétation tertiaire de la zone tempérée, ne doit pas être jugée uniquement en fonction de la flore actuelle ; celle-ci n'offre qu'une pâle image des forêts luxuriantes qui couvraient le flanc des montagnes et envahissaient les plaines.

C'est précisément un des buts de la Paléobotanique de faire revivre, sous nos yeux, à l'aide de documents, bien incomplets il est vrai, le monde végétal des périodes géologiques, de réaliser, comme l'indique SEWARD (1931, p. 3) « l'histoire du passé, comme si elle se déployait maintenant devant nous ». C'est, en effet, grâce aux restes organiques que nous pouvons partiellement élucider les mystères du passé. Ce sont les plantes fossiles qui nous permettent d'établir, non seulement l'histoire du règne végétal, mais encore celle des changements physiques qui ont provoqué la succession des climats.

Mais si elle projette une certaine lumière sur les variations et les migrations végétales, sur les centres de diffusion à partir desquels les Angiospermes se sont répandues sur tous les continents, la Paléobotanique, dans l'état actuel de nos connaissances, est muette sur leur véritable centre de création. Elle ne peut nous dire, quelle est celle des nombreuses hypothèses émises pour expliquer l'origine des Angiospermes, qui se rapproche le plus de la réalité. Sont-elles issues de plusieurs phylums, ou proviennent-elles de ces rameaux qui ont réalisé durant le Mésozoïque un si remarquable développement (Cycadophytes, Coniférales) ou de plantes herbacées inconnues ou bien encore des Caytoniales ? La question est posée, mais non résolue.

Outre l'intérêt qu'elle présente pour le Botaniste, la Paléobotanique est souvent fort utile au Géologue. Grâce à elle, de nombreuses formations volcano-détritiques ou sédimentaires du Massif Central français et d'autres régions, ont pu être placées dans leur ordre chronologique. C'est ainsi que HEER, après l'étude des quelques empreintes que lui avait expédiées DUMAS, avait pu, dès 1861, ranger dans le Miocène, les sédiments lacustres sous-basaltiques du Coiron. La découverte ultérieure d'une faune de Mammifères a confirmé et précisé l'opinion du Paléobotaniste suisse.

Renseignant sur l'évolution et les migrations des espèces végétales, et sur les variations climatiques, les flores fossiles sont par la même des documents très précieux qui méritent de retenir l'attention des Botanistes et des Géologues.

PREMIÈRE PARTIE

LA FLORE FOSSILE
MACROSCOPIQUE



CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

C'EST FAUJAS DE SAINT-FOND (1803) qui, le premier découvrit et décrivit, dans une courte note, le gisement de plantes de Rochessaue. Il recueillit les premiers échantillons fossilifères dans une vigne, près de la première maison du hameau, nommé en patois « Vey-lou-Ranc », nom qui signifie dans le langage du pays : lieu escarpé. « Le dépôt fossile, nous dit-il, est recouvert par plus de six cents pieds de laves compactes, poreuses, de tuffas et de brèches volcaniques ». Dans sa description, FAUJAS distingue jusqu'à cinq coulées « émises par des volcans sous-marins » et suppose que : « les tuffas volcaniques ont brûlé les plantes à leur contact sur la roche fissile, car les empreintes sont altérées, tandis que, au centre des couches, elles sont intactes ». « Les coulées supérieures à celles-ci sont formées tantôt de brèches volcaniques, tantôt de laves compactes de la nature du basalte ».

Il cite parmi les plantes : « *Populus tremula*, *P. alba*, *Fagus castanea*, *Acer monspessulanum*, *Tilia arborea*, *Pinus pinea*, *Liquidambar styrax*, dont certaines sont des plantes exotiques ». Il donne deux planches d'empreintes foliaires dont plusieurs ne purent être déterminées à l'époque ; l'une de ces empreintes représente un *Carpinus*, tandis qu'une autre reproduit un fruit d'*Ostrya*.

Dans une nouvelle notice (1815) de onze pages, ce même auteur parle de « feuilles bien conservées, mais à l'état charbonneux, quelques-unes sont brun-foncé. Tous ces restes de végétaux sont dans un schiste marneux blanc, qui a l'aspect d'un tripoli d'une grande finesse, et d'autant plus léger qu'il est plus blanc. La marne fossilifère se prolonge au moins sur une lieue d'étendue, parfois elle disparaît sous des couches de tuffas, d'autres fois, elle forme de grands escarpements jusqu'à cinquante pieds d'épaisseur ». Il trouva même des poissons fluviatiles et des insectes « dans ce mélange de terre siliceuse, argileuse et calcaire ». Dans quatre voyages successifs, il fit quelques fouilles, peu profondes, il est vrai, qui lui procurèrent néanmoins plus de cinquante espèces de plantes, parmi lesquelles plusieurs étaient inconnues à cette époque.

Il distingua de chaque côté de la vallée de Rochessaue, « des couches de marnes surmontées par des produits volcaniques qui s'élèvent à plus de deux cents toises ». La détermination des empreintes de plantes lui parut difficile « quoiqu'en les voyant pour la première fois, on ait l'idée trompeuse de pouvoir les reconnaître, par les rapprochements qu'elles paraissent présenter avec des feuilles qu'on croit avoir vues, soit dans les jardins botaniques, soit dans les herbiers, mais en y regardant de plus près, on éprouve à chaque instant, des contrariétés dans les rapports ».

Cette note est accompagnée d'une planche qui représente quelques plantes dont une « de la zone torride » et un insecte « propre aux deux Indes ».

Après FAUJAS DE SAINT-FOND, c'est DE MALBOS (1846) qui, dans une esquisse géologique du Vivarais, consacre une douzaine de lignes aux alluvions sous-basaltiques qu'il place dans le Pliocène. Il suppose que le basalte des Coirons s'est épanché dans un ou plusieurs lacs qui existaient sur le plateau calcaire. Il a observé des formations de cendres, de pouzzolane, de tripoli, de scories légères, sur les flancs des Montagnes de Rochessauve, Charay, Pourchères et Creysseilles et remarqué l'abondance d'empreintes foliaires dans le tripoli « dont il n'est presque pas de feuilles minces qui n'offrent l'empreinte de végétaux qui croissent encore sur ces montagnes et souvent de beaux poissons ».

O. HEER (1861, p. 117) fait au gisement de Bouzarin (Rochessauve) l'honneur des quelques lignes suivantes : « M. DUMAS DE SONNIÈRES m'a envoyé quelques plantes recueillies dans un vallon au pied du « Coirous » (sic). Elles appartiennent au *Liquidambar europeum*, *Fagus dentata*, Gœpp., *Sapindus falcifolius*, *Pterocarya dentata*, O. Web. et démontrent l'origine incontestablement miocène de ce gisement ». L'âge de ce gisement était, dès lors, fixé tout au moins d'une façon approximative.

C'est au Pliocène qu J.B. DALMAS (1872) rattache les formations alluvio-volcaniques du Mont Charay. Il donne, en quatre ou cinq pages, avec une scrupuleuse exactitude, la stratigraphie des sédiments tertiaires qui renferment le gisement à plantes.

Il distingue trois étages :

1°. — A la base, reposant sur les marnes oxfordiennes, une puissante coulée boueuse, renfermant de gros blocs de calcaire et de basalte, empâtés par une boue volcanique bréchoïde.

2°. — Au-dessus de ce conglomérat vient un dépôt siliceux (le tripoli) contenant des feuilles d'espèces différentes.

3°. — Ce dépôt est recouvert en stratification concordante, par un banc gréseux de 15 m. de haut, composé de lapilli et de petits fragments de basalte cimentés par la boue volcanique, Il doit sa conservation à une coulée de boue bréchiforme qui le recouvre d'un manteau de 30 à 40 m. d'épaisseur, surmontée elle-même par des blocs de calcaire et de basalte.

Il recueillit un certain nombre d'empreintes fossiles que BREBISSON, JOURDAN, FOURNET attribuèrent aux espèces et genres suivants : *Populus-Salix-Corylus-Quercus-Ulmus-Planera Unger-Ficus lanceolata-Cinnamomum-Acer trilobatum-Sapindus falcifolius-Pterocarya denticulata*. L'ensemble de cette flore lui permit de conclure que le climat de Charay devait, à cette époque, se rapprocher de celui de la Provence actuelle.

En une dizaine de lignes DE SAPORTA (1879, p. 307-308), donne une esquisse de la physionomie générale de la flore du Mont Charay et après l'avoir située dans l'ensemble des flores miocènes européennes, il énumère les principaux genres qui constituent cette flore : *Erables*, *Charmes*, *Châtaigniers*, *Chênes*... A propos des Chênes, cet auteur note qu'ils sont accompagnés de leurs fruits ou du moins de leurs cupules et que leur étude prouve que les sections *Ilex* et *Cerris* étaient alors représentées en Europe méridionale. Une figure du texte (fig. 93) représente quelques feuilles et quelques fruits de *Quercus Ilex* et de *Q. cerris*.

TORCAPEL (1881-82) découvrit de nombreux ossements de Mammifères, en un lieu dénommé « mine de Siste » par les habitants de l'époque et situé au fond d'un ravin, au quartier de Vau-

gourde, près d'Aubignas. Cette faune étudiée par GAUDRY, renferme 7 ou 8 espèces caractéristiques du Pontien.

Elle est renfermée dans des boues et tufs volcaniques, d'une épaisseur visible de 8 m. 60, intercalés entre le basalte et les marnes du Néocomien à *Echinospatangus cordiformis*. Dans ces mêmes alluvions, des fruits de *Terminalia* (Combrétacée) et d'Euphorbiacées actuelles, mais exotiques, accompagnaient les ossements de Mammifères.

Le Docteur FRANCUS (1882, p. 269) raconte le voyage que fit le 10 août 1805 l'italien MARZARI PENCATI, qui, en compagnie de Mlle DE BOYSSET et de M. DE THUARIT visita Rochessaue. Il trouva, un peu avant d'arriver au Château (Le Ranc), un schiste happant la langue, disposé en feuilles horizontales, superposé au calcaire et portant le terrain volcanique.

Il semble que MARZARI ait distingué le tripoli supérieur du Ranc, de celui qui a livré la flore que nous étudions, car il signale, sous le Château, « près du chemin qui conduit à Chomérac un tuf à empreintes végétales qui servit de texte à la flore proserpinienne de FAUJAS ». « Les feuilles supérieures de ce schiste contiennent des végétaux, les uns complets et reconnaissables et les autres brûlés et divisés en fragments méconnaissables ». Pour cet auteur : « la mer a déposé ces schistes au moment où les courants portaient des plantes exotiques et où le volcan tamisait ses cendres en forme de pluie sur la surface de l'eau ».

Le Docteur FRANCUS parle d'un certain « professeur DESFONTAINES qui distingua dans ce schiste vingt espèces de plantes fossiles dont la moitié existe encore dans le pays et des fruits à noyaux, ainsi que des strobiles comprimés (pommes de Pin).

Dans le courant du mois de septembre 1886, l'abbé BOULAY eut l'occasion d'explorer les gisements de Charay et de Rochessaue et d'y recueillir une ample provision d'empreintes dont il publia une étude succincte dans le *Bulletin de la Société Botanique de France* (1887). Après avoir décrit, d'une manière sommaire, la position des gisements, sans s'occuper, du moins pour Rochessaue, de la stratigraphie des sédiments situés entre le basalte et les marnes valanginiennes, il note les conditions de fossilisation, puis il donne, en 23 pages, une énumération, plutôt qu'une étude, de 119 espèces qu'il découvrit dans ces deux localités et à Pourchères. Enfin, il compare la Flore des environs de Privas, aux autres flores tertiaires d'Europe, et en conclut qu'elle se place sur l'horizon d'Ehningen, c'est-à-dire vers la fin du Miocène.

Dans une note de 17 pages et deux planches M. le Chanoine DEPAPE (1912) décrit et figure toute une série d'empreintes foliaires de chênes fossiles dont plusieurs proviennent de Rochessaue. Il les compare aux espèces fossiles antérieurement décrites ainsi qu'aux espèces vivantes. Il montre que la plupart des formes attribuées à *Quercus mediterranea* Ung., appartiennent soit à *Q. coccifera* L., soit à *Q. Ilex* L.

Il fait remarquer que la limite septentrionale de l'aire de distribution de *Q. coccifera* et de *Q. suber* a reculé vers le Sud depuis le Miocène et le Pliocène. Enfin, il rattache à *Q. Mirbeckii* Dur., dont il fait une espèce synthétique, de nombreuses empreintes foliaires appartenant à la section *Robur*, décrites sous des noms divers et qu'il considère comme de simples variations du type *Q. Mirbeckii*, Dur.

CHAPITRE II

DESCRIPTION DES ESPÈCES

CHAMPIGNONS

GENRE SPHAERIA

Sphaeria sp.

(Pl.-texte I, fig. 1)

Gisement : Rochessaune.

Une feuille de *Juglans* montre des taches brunes, arrondies ou brièvement allongées, de 2-2,5 mm. de diamètre, vers le centre desquelles on remarque trois à cinq petits grains noirs groupés, qui représentent les périthèces munis d'un ostiole. Parmi les espèces fossiles figurées, ce champignon s'apparente à *Sphaeria Dryadum* Ett. et à *Xylomites ficiculus* Ett. du Burdigalien de Leoben (Styrie), ainsi qu'à *Sphaeria caryæ* Ett., de Bilin.

BIBLIOGRAPHIE

ETTINGSHAUSEN : 1886. Bilin, 1, p. 85, pl. 1, f. 20.

GENRE XYLOMA

Xyloma sp.

(Pl.-texte I, fig. 2)

Gisement : Charay.

Une feuille d'*Ulmus* est parasitée par des taches irrégulièrement arrondies, atteignant ou même dépassant 3 mm. de diamètre, brunes sur le contour, s'éclaircissant au centre et rappelant le *Xylomites grandis* Ett. ou le *Xylomites sagoriamus* Ett. du Burdigalien de Leoben (ETTINGSHAUSEN 1888) et de Sagor (ETTINGSHAUSEN 1872).

Notons que les noms imposés à ces Ascomycètes ne sont que l'expression d'une probabilité, car il est impossible d'examiner leur structure interne et leurs organes reproducteurs. Nous avons

d'ailleurs rencontré d'autres vestiges de Champignons épiphytes, « qui, comme le remarque l'abbé BOULAY (1887, p. 10), examinés par un spécialiste pourraient se prêter à des inductions intéressantes », mais qui du point de vue stratigraphique, offrent un intérêt beaucoup moindre ; d'ailleurs tous les champignons fossiles trouvés dans la flore que nous étudions, n'ont pas de caractères assez nets pour qu'on puisse les classer avec certitude dans un genre bien déterminé.

BIBLIOGRAPHIE

ETTINGSHAUSEN : 1888. Loeben, p. 9.

ETTINGSHAUSEN : 1872. Sagor, I, p. 160, pl. I, f. 7, 9, 10, 13, 14.

FOUGÈRES

GENRE PTERIS

Pteris oeningensis Unger

(Pl.-texte I, fig. 5)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Deux échantillons attestent la présence, à Rochessauve, au Miocène supérieur, d'une Fougère du genre *Pteris*. Ils comprennent des portions terminales de pennes secondaires, avec 3 ou 4 paires de pennes tertiaires, ayant chacune 5-6 paires de pinnules. Les pinnules latérales sont très brièvement elliptiques, arrondies au sommet, un peu bombées à la face supérieure, comme cela arrive chez les *Pteris* croissant dans les lieux secs, la pinnule terminale est lancéolée et subaiguë.

Ces empreintes de Fougères rappellent celles du Miocène supérieur d'Æhningen, bien que de taille plus petite. Cependant, malgré la similitude de forme avec *Pteris oeningensis* Unger, nous ne saurions affirmer qu'il y a identité entre les deux espèces, car la nervation est mal conservée en nos spécimens. L'attribution, faite par l'abbé BOULAY (1887, p. 10), de cette empreinte à *Pteris oeningensis*, nous paraît très probable, mais non certaine.

Par les dimensions réduites de ses pinnules cette Fougère fossile rappelle *Pteris aquilina* L. qui croît, de nos jours, sur les coteaux secs de nos montagnes siliceuses. Signalons que *Pteris silvicola* Chaney, du Miocène moyen de Crooked River Basin (Central Oregon U.S.A.), que CHANEY (1927) rapproche de *Pteris aquilina* L., est de taille et de forme identiques à celles de nos spécimens.

BIBLIOGRAPHIE

HEER : 1854-59. Fl. Tert. Hel., t. I, p. 39, pl. 12, f. 5 ; t. III, p. 154, pl. 145, f. 5, 6.

CHANEY : 1927. Crooked River Basin, p. 100, pl. 8, f. 2, 7.

GENRE ADIANTUM

Adiantum aff. *A. reniforme* Linné

(Pl.-texte I, fig. 4, 9, 10, 16)

Gisement : Rochessauve.

L'abbé BOULAY (1887, p. 10) avait classé parmi les Fougères une empreinte qu'il attribuait à *Adiantites senigalliensis* Mass. « Il y a pleine conformité, écrit-il, avec la description et la figure de

Massalongo ». Mais, comme nous le verrons par la suite, et comme le supposait d'ailleurs l'abbé BOULAY, cet *Adiantites senigalliensis* est un *Ginkgo* (*G. adiantoides*).

Par contre, une empreinte, incomplète, mesure 25 mm. de long sur 15 de large ; non bilobée, elle est parcourue par de nombreuses et très fines nervures qui se divisent dichotomiquement, une ou deux fois dans la partie externe du limbe, 3 ou 4 fois au centre. Certaines des ultimes divisions se font très près du limbe. Toutes ces nervures naissent d'un arc central, sur lequel s'insérerait le pétiole malheureusement non conservé sur l'échantillon. Tous ces caractères se retrouvent dans une fougère actuelle : *Adiantum reniforme* L., aujourd'hui cantonnée, d'une part, aux îles Bourbon et Maurice et, d'autre part, aux îles Canaries et Madère où elle se plaît dans les vallées ombrueuses.

DE SAPORTA et MARION (1876) ont trouvé, dans le Pliocène moyen de Meximieux, une empreinte d'*A. reniforme*, proche de celle de Rochessauve. Notons que l'*Adiantum renatum* Ung., du Miocène supérieur de Parschlug (Styrie), l'*Adiantites senigalliensis* Mass., du Miocène supérieur de Sinigaglia, se rapprochent, par la manière dont la nervation s'insère à la base du pétiole, plutôt de *Ginkgo biloba* que d'*A. reniforme* L.

BIBLIOGRAPHIE

SAPORTA et MARION : 1876. Fl. de Meximieux, p. 83. (214), pl. 22, f. 5.

PREPHANEROGAMES

GINKGOACÉES

***Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer aff. *Ginkgo biloba* Linné**

(Pl.-texte I, fig. 3, 8, 11, 13, 14, 15)

Gisement : Pourchères.

Le genre *Ginkgo* est représenté par une empreinte qui mesure 42 mm sur 30, en éventail, reniforme, à bord entier légèrement ondulé, elle est parcourue par un réseau de nervures rayonnantes, à partir de la base du pétiole ; subparallèles entre elles, elles se subdivisent dichotomiquement, au maximum quatre fois à partir du pétiole, la dernière division s'effectue, en moyenne, à 10-12 mm. du bord de la feuille.

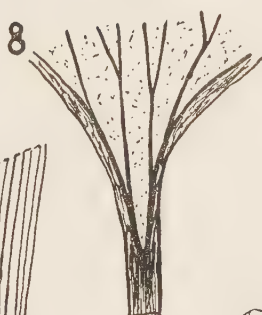
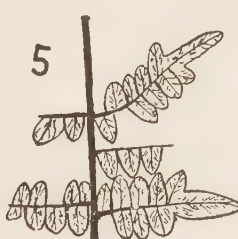
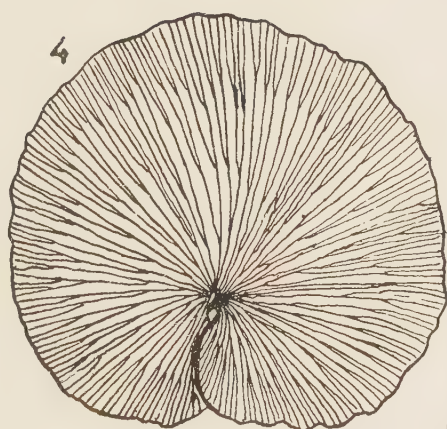
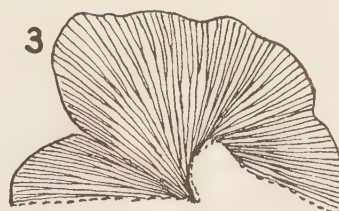
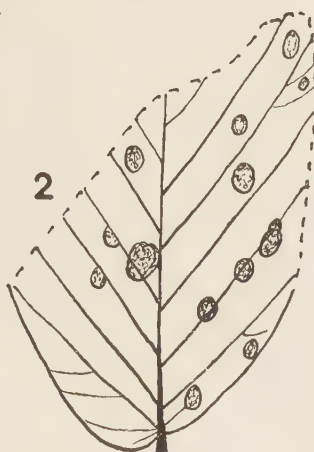
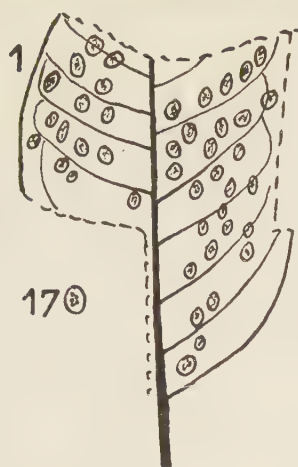
Un mode de nervation en éventail se retrouve chez l'actuel *Ginkgo biloba* L. et chez une Filicacée : *Adiantum reniforme* L. Les feuilles de *Ginkgo* se distinguent de celle d'*Adiantum reniforme* :

1°. — Par une échancrure plus ou moins profonde qui les divise en deux lobes.

2°. — Par un pétiole non cylindrique, creusé d'un sillon où l'on aperçoit plusieurs nervures ; d'abord groupées, elles se subdivisent à la base du pétiole, en deux faisceaux latéraux qui donnent naissance, par dichotomie, à toute la nervation ; du faisceau de droite partent les nervures situées à droite de l'échancrure, de celui de gauche celles situées à gauche. Chez *Adiantum reniforme*, au contraire, les nervures s'irradient à partir de nombreux faisceaux insérés sur la base du pétiole, qui, ici, est étalée en demi-cercle sur le bord du limbe.

PLANCHE-TEXTE I

1. — *Sphaeria* sur feuille de *Juglans*, (Rochessauve).
2. — *Xyloma* sur feuille d'*Ulmus*, (Charay).
3. — *Ginkgo Adiantoides* (Ung) Heer, (Pourchères).
4. — *Adiantum reniforme* L., actuelle, (In Saporta 1876).
5. — *Pteris æningensis* Heer, (Rochessauve).
6. — *Cystopteris fumariacea* Wes. et Web., (Rochessauve).
7. — *Cystopteris fumariacea*, fragment vu à la loupe.
8. — Schéma simplifié montrant l'allure de la base chez une feuille de l'actuel *Ginkgo biloba* L.
9. — Schéma simplifié montrant l'allure de la base d'une feuille chez *A. reniforme* L., (Herbier Boulay).
10. — Vue, au binoculaire, de l'épiderme d'*A. reniforme*.
11. — Vue, au binoculaire, de l'épiderme de *G. biloba*.
12. — *Bambusa lugdunensis* Sap., (Rochessauve).
13. — *G. biloba* L., (Jard. bot. Université Cath. Lille).
14. — Poche sécrétrice chez la feuille de *G. biloba*, vue au binoculaire.
15. — Poche sécrétrice chez la feuille de *G. Adiantoides*, vue au binoculaire.
16. — *Adiantum reniforme* L., (Rochessauve).
17. — Une des taches de *Sphaeria*, vue à la loupe.



2cm

3°. — Chez *Ginkgo biloba* la dernière division dichotomique se fait, en moyenne à 10-12 mm. de la marge, les plus rapprochées ont lieu, exceptionnellement à 3 mm. Chez *Adiantum reniforme* on rencontre des bifurcations qui sont à 0,5-1 mm. de la marge.

4°. — Dans les feuilles de *Ginkgo biloba*, on note la présence de glandes résinifères, elles sont absentes chez *Adiantum reniforme*.

5°. — Les cellules épidermiques de cette Fougère sont polygonales, allongées parallèlement aux nervures, elles semblent se rattacher les unes aux autres comme les anneaux d'une chaîne. Chez *Ginkgo biloba*, les cellules épidermiques n'ont pas de forme propre définie, mais elles dessinent une fine réticulation parallèlement aux nervures.

L'abbé BOULAY (1887, p. 10) avait attribué cette empreinte à *Adiantites senigalliensis* Mass., par analogie avec celle du Miocène supérieur de Sinigaglia, « mais, écrit-il, il n'est pas impossible que ce soit une feuille de *Ginkgo* ». Bien que l'empreinte soit imparfaite et ne montre pas le pétiole de la feuille, elle possède des caractères nets qui la rattachent avec certitude à *Ginkgo biloba* L. En effet, elle présente un sinus qui divise la feuille en deux lobes ; ce sinus pourrait, à première vue, être pris pour une déchirure accidentelle du limbe, mais un examen attentif au binoculaire, montre que, le long de ce sinus, le limbe est bordé, comme chez *Ginkgo biloba*, par un faisceau de fibres blanchâtres, qui semble se prolonger en dessous de l'échancrure, par suite du chevauchement des deux bords du sinus, chevauchement qui s'est produit pendant la fossilisation. D'ailleurs, on remarque comme chez la plante actuelle, en dessous de l'échancrure, un espace vide de toute nervation occupé par des glandes résinifères. La base de l'empreinte, coupée non loin du point d'insertion du pétiole, est occupée par trois faisceaux de nervures : un à gauche et deux à droite qui se réunissent en un seul à l'extrême base de l'empreinte. D'autre part, la présence de poches sécrétrices, entre les nervures, l'aspect de l'épiderme, identique à celui de la face inférieure des feuilles de *Ginkgo biloba*, sont autant de caractères qui, joints aux précédents, rattachent l'empreinte de Pourchères à cette Ginkgoale.

Ginkgo biloba est actuellement l'unique représentant de la famille des Ginkgoales ; cette famille connue dès le Permien (Lodève, Oural), très répandue au Trias, semble avoir atteint son apogée au Jurassique ; elle est encore bien représentée au Wealdien (Feron-Glageon, Sud de l'Angleterre, Allemagne du Nord) et au Crétacé inférieur (Alaska, Groenland occidental, N.O. de l'Allemagne), elle voit son importance diminuer au Crétacé supérieur au profit des Angiospermes. A l'Eocène on rencontre encore plusieurs espèces de Ginkgoales rattachées, soit au genre *Sphenobaiera* (Chili), soit à *Ginkgo Gardneri* Flor. (Ile de Mull, Angleterre) ou à *Ginkgo adiantoides* (Groenland occidental, Spitzberg, Alaska). Dans les flores post-oligocènes, il n'y a plus que le genre *Ginkgo*. Présent dans le Miocène supérieur de Sinigaglia (Italie), il n'avait pas été signalé dans celui du Massif Central français, par contre, nous le rencontrons dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme) et dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), enfin, notons qu'au Quaternaire, il est signalé dans le N.E. de la Sibérie. Pour plus de détails sur l'histoire des Ginkgoales, nous renvoyons à la note publiée par M. le Chanoine DEPAPE (1949) et à l'abondante bibliographie qu'il donne à ce sujet, à laquelle il convient d'ajouter l'étude de l'épiderme d'empreintes de *Ginkgo adiantoides*, découvert dans le Pliocène de Klärbecken bei Niederrad, région de Francfort, sur le Main (Mädler, 1939).

Le genre *Ginkgo* qui, au Tertiaire, comme nous venons de le voir, occupait une aire géographique s'étendant sur la partie tempérée de l'hémisphère sud et sur toute l'hémisphère nord, n'est plus connu aujourd'hui qu'en Chine et au Japon, où il est considéré comme un arbre sacré et cul-

tivé dans le voisinage des temples et des cimetières. Conservé grâce à la protection de l'homme, il serait encore, d'après certains Botanistes, à l'état spontané dans quelques forêts chinoises de la province de Ché-kiang. Importé en Europe dans la première partie du 18^e siècle, il prospère bien sous nos climats tempérés où il peut atteindre une trentaine de mètres, il fructifie parfaitement jusque sous le ciel de la région de Lille. (DEPAPE et BOREL, 1954).

BIBLIOGRAPHIE

- DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 114, pl. 1, f. 6-8.
 DEPAPE : 1949. Les Ginkgoales. Bul. Soc. Bot. du N. de la Fr., t. 2, n° 4.
 MÆDLER : 1939. Die Plioc. Fl. v. Frankfurt a. M., p. 46, pl. 5, f. 1-4.
 DEPAPE et BOREL : 1954. Bul. Soc. Bot. du N. de la Fr., t. 7, n° 1, p. 23-27

PHANEROGAMES

GYMNOSPERMES

PINACÉES

GENRE ABIES

Abies aff. **A. cephalonica** Loudon

(Pl.-texte II, fig. 14, 15 et pl. I, fig. 1)

Gisement : Rochessaue.

A propos de cette espèce l'abbé BOULAY (1887, p. 12), s'exprime ainsi : « Une feuille bien caractérisée du genre, solitaire, coriace, de forme linéaire, atténuée vers l'extrémité, mutique, légèrement réfléchie aux bords, munie d'une nervure médiane bien prononcée, finement striée à la face inférieure. Longueur : 38 mm., largeur : 2 mm. Elle rappelle nos plus beaux sapins, l'*Abies gordoniana* Carr., en particulier. Une belle graine dépourvue, au-dessus de la nucule, du pli caractéristique des graines de Cèdre pourrait bien appartenir à la même espèce. Je ne propose naturellement qu'avec doute l'identification spécifique de spécimens aussi incomplets avec ceux, non moins imparfaits, de Parschlug, décrits par UNGER, sous le nom de *Pinites oceanines* ».

On comprend les hésitations de l'éminent paléobotaniste lillois, en présence d'une bibliographie presque muette, à l'époque, sur les empreintes fossiles du genre *Abies*. Outre la feuille dont parle l'abbé BOULAY, nous possédons une autre empreinte foliaire d'*Abies* ; bien que fragmentaire, elle mesure 52 mm. de long sur 2 de large. Faute de termes de comparaison suffisants, nous n'avons pu déterminer qu'approximativement ces empreintes foliaires. Elles appartiennent, sans doute, à des Sapins voisins des espèces américaines actuelles, à grandes feuilles, telles que : *A. amabilis* Forb., *A. concolor* Lindl., dont les feuilles ont jusqu'à 7 cm. de long. *A. magnifica* Murr., dont les feuilles mesurent 5-6 cm. de long sur 2-3 de large.

Par contre, nous avons été plus heureux avec l'empreinte qui représente la face supérieure d'une graine ailée ; cette graine est presque complète, seule la partie supérieure droite de l'aile manque. Les dimensions de cette empreinte sont les suivantes :

Longueur totale aile + graine	26 mm.
Longueur de l'aile	14 mm.
Longueur de la graine	12 mm.
Largeur de la graine	8 mm.

Les graines des espèces actuelles d'*Abies* les plus voisines de notre spécimen sont celles de :

1° *A. pinsapo* Boiss.

Longueur totale aile + nucule	27-28 mm.
Longueur de l'aile	16-17 mm.
Longueur de la nucule	11-12 mm.
Largeur de la nucule	6-8 mm.

L'aile a, chez ce Sapin, des dimensions légèrement supérieures à celles de notre spécimen, il est vrai que l'on peut rencontrer, chez cette espèce, des graines dont l'aile se rapproche beaucoup, quant à la taille, de celle de la graine fossile de Rochessauve, mais l'insertion de l'aile sur la nucule est toujours plus étroite, chez *A. pinsapo*, même chez les graines plus grandes que celles de l'espèce fossile.

2° *A. pectinata* D.C.

Longueur totale aile + nucule	28-30 mm.
Longueur de l'aile	16-17 mm.
Longueur de la nucule	12-13 mm.
Largeur de la nucule	5-6 mm.

Ici encore, l'aile accuse des dimensions légèrement supérieures à celles de l'empreinte fossile. En outre, toutes les graines de Sapin pectiné ont leur sommet prolongé en coin vers l'intérieur, de sorte que l'insertion de la graine semble se faire beaucoup plus obliquement que chez le Sapin miocène du Vivarais. Ce caractère donne aux graines de notre Sapin actuel une allure différente de celle de la graine fossile.

3° *A. cephalonica* Loud.

Longueur totale aile + nucule	27-28 mm.
Longueur de l'aile	15-16 mm.
Longueur de la nucule	11-12 mm.
Largeur de la nucule	5-6 mm.

Le Sapin de Céphalonie a des graines dont les ailes sont légèrement plus longues et plus larges que celles de notre graine fossile. Par contre, si la nucule de l'espèce vivante est sensiblement de même longueur, elle est un peu plus étroite que celle de l'espèce fossile ; mais l'insertion de l'aile sur la nucule se fait sur une largeur de 7 mm. chez *A. cephalonica*, tandis qu'elle est de 7,5 mm. chez l'empreinte fossile. Il est d'ailleurs fort possible, que les graines fossiles déposées dans l'eau, se soient dilatées en s'hydratant et qu'elles soient, dès lors, plus grandes que celles des espèces actuelles desséchées par un séjour de plusieurs dizaines d'années dans les collections.

D'autre part, nous avons constaté que certaines nuelles de l'espèce actuelle, comme chez l'empreinte miocène, sont très saillantes à la face supérieure et débordent légèrement vers l'intérieur, le point d'insertion de l'aile sur la nucule. Notons enfin, que la graine fossile est d'une couleur brun-rougeâtre, voisine de celle des graines d'*A. cephalonica*. Nous pouvons donc, sans affirmer une

identité absolue entre les deux espèces, conclure à une grande affinité entre le Sapin de Céphalonie et celui qui croissait sur les pentes du Vivarais, à la fin du Miocène. Rappelons qu'*A. cephalonica* habite les montagnes de Céphalonie, entre 800 et 1.700 m. d'altitude, et dans presque toutes les montagnes de la Grèce.

LAURENT (1904-05, p. 98) signale la présence du genre *Abies* dans l'Eocène de la terre de Grinnel ; DE SAPORTA (1888 b., p. 79) pense que le Sapin a essaimé des régions circumpolaires vers l'Europe tempérée et invoque à l'appui de cette hypothèse la présence du Sapin dans le Pliocène du Forest bed d'Angleterre. Ces auteurs mettent, sans doute, en synonymie le *Pinus Abies* L., de la terre de Grinnel, avec l'*Abies Ramesi* Sap. des Cinérites du Cantal, car dans l'ouvrage de HEER (1868-83, t. V, p. 25) il n'est pas question du genre *Abies*. Il est vrai que les feuilles figurées par ce dernier auteur, se rapprochent, bien que plus étroites, de celles d'*A. Ramesi*.

Il est difficile de retracer les différentes étapes du peuplement de l'Europe par le genre *Abies*, car, comme le font remarquer DE SAPORTA et LAURENT, les restes fossiles de ce genre sont rares, il vivait sans doute sur les montagnes loin des lieux où s'effectuaient les dépôts. R.S. LA MOTTE (1936, p. 109) et E. DORF (1936, p. 108) signalent le même phénomène en Amérique. L'absence des genres *Abies*, *Picea*, *Pinus*, de la flore du Miocène supérieur de Shanwang (Chine) : « may be due to their occurrence on slopes so far above the sites of deposition » (CHANEY et HU, 1940, p. 99).

Malgré cette difficulté de fossilisation, nombreux sont les gisements miocènes et pliocènes du Massif Central français qui possèdent des restes de Sapin attribués à *A. Ramesi* Sap. ou à des espèces voisines. Citons en particulier :

Pour le Pontien : La Bourboule (P. MARTY et L. GLANGEAUD, 1936), Joursac (MARTY, 1903), Saint-Urcize en Aubrac (MARTY, 1931).

Pour le Pliocène : Varennes-Lac Chambon (BOULAY, 1892), La Mougudo (LAURENT, 1904-05), Las Clausades (MARTY, 1905), Niac (LAURENT, 1908).

Pour le Villafranchien : Cheylade (LAURENT et MARTY, 1927), Ceyssac (SAPORTA, 1879), le Crozas (GRANGEON, 1951).

Notons que pour les gisements villafranchiens, les empreintes de Sapin ont été rapprochées d'*A. pectinata* D.C., d'*A. cilicica* Carr. et d'*A. bracteata* Nutt. La présence du Sapin dans bon nombre de stations paléobotaniques du Massif Central est une preuve qu'il devait être une des essences dominantes, dans les forêts qui couvraient les sommets de ces régions vers la fin du Miocène et pendant le Pliocène.

Remarquons que les graines d'*A. Ramesi*, trouvées dans le Pontien de l'Aubrac et de Joursac et figurées par MARTY, ont une forme un peu différente et sont de taille nettement plus petite que celle d'*Abies* aff., *A. cephalonica* de Rochessaive. Les feuilles d'*A. Ramesi*, de 6 à 25 mm. de long sur 2 à 3 de large, longuement atténuées et arrondies au sommet, ont une forme et des dimensions qui les distinguent nettement des empreintes foliaires trouvées à Rochessaive. Il y avait donc, dans les forêts miocènes d'Aubrac et d'Auvergne, une espèce de Sapin distincte de celles qui croissaient sur les calcaires jurassiques ou sur les marnes crétacées du Vivarais.

LAURENT et MARTY rattachent d'ailleurs l'*A. Ramesi* à l'actuel *A. cilicica* Carr., mais si les feuilles de ces deux espèces peuvent être rapprochées, il semble que les graines de l'Aubrac et de Joursac peuvent difficilement, vu leur taille qui oscille entre 6 et 8 mm., être comparées à celles d'*A. cilicica* qui possède des nucules de 12-13 mm. de long, ce qui porte la longueur totale : aile + nucule à 30-40 mm. ; d'après HICKEL (1911, p. 100) ce serait les plus grandes du genre.

Les dimensions correspondantes pour *A. Ramesi* varient entre 14,5 mm. (Joursac) et 21 mm. (Aubrac). Il est donc probable que les feuilles et les graines attribuées à *A. Ramesi* appartiennent à deux espèces différentes : P. MARTY et L. GLANGEAUD (1936, p. 21), font d'ailleurs d'*A. Ramesi* une espèce synthétique de plusieurs Sapins montagnards du pourtour de la Méditerranée.

Abies sp.

(Pl.-texte II, fig. 37)

Gisement : Rochessauve.

Nous possédons une deuxième graine ailée du genre *Abies*, dont les dimensions sont les suivantes :

Longueur totale aile + nucule	18,5 mm.
Longueur de l'aile	12,5-13 mm.
Largeur de l'aile	11,5-12 mm.
Longueur de la nucule	6 mm.
Largeur de la nucule	3 mm.

Ces dimensions rapprochent cette graine de celles d'*A. sibirica* Ledeb. et d'*A. balsamea* Mill. Mais, d'après HICKEL (1911, p. 102), la longueur totale de la graine ailée, chez ces deux espèces, ne dépasse pas 15 mm. Elles se rapprocherait davantage, à ne considérer que la taille, d'*A. homolepis* Sieb et Zucc., du Japon, dont la longueur aile + nucule est de 18 mm. ; mais chez ce Sapin, la nucule est aussi longue que l'aile et mesure 9 mm. ; elle est donc plus grande que chez notre fossile. Il est possible que nous soyons en présence d'une graine de la base du cône, dont les dimensions sont toujours plus réduites.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1852. Iconographia, p. 22, pl. 12, f. 1-4.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 20, pl. 1, f. 16, 17.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 96, pl. 9, f. 1.
 MARTY : 1905. Las Clausades, p. 6, pl. 2, f. 4, 5.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 27.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 67, pl. 15, f. 8.
 MARTY : 1931. Aubrac, p. 183, pl. 9, f. 2-5.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 21, pl. A. f. 1.
 GRANGEON : 1951. Ceyssac-Le Crozas, p. 77, pl. 1, f. 5.

GENRE PINUS

Pinus aff. *P. rigida* Miller

(Pl.-texte II, fig. 11, 12, 24 et Pl. III, fig. 7)

Gisement : Rochessauve.

Les graines fossiles de ce Pin ont une aile dont les pincés, très recouvrantes, enveloppent davantage la graine en dessus qu'en dessous, de telle sorte que les pincés paraissent plus serrés à la face supérieure qu'à la face inférieure. D'autre part, l'aile semble se relever à la face supérieure pour entourer la graine, ce qui provoque un léger repli de l'aile à sa jonction avec la graine. Cette aile brusquement dilatée à la base et obliquement tronquée au sommet a des bords sensiblement parallèles.

La forme et les dimensions des ailes de ces graines fossiles pourraient, à la rigueur, les rapprocher de *P. taeda* L., mais les dimensions des graines les en éloignent nettement. C'est avec *P. rigida* Mill qu'elles ont le plus d'affinité : par la forme et la taille de l'aile et de la graine. Nous donnons ci-après les dimensions extrêmes des trois graines fossiles que nous attribuons à ce Pin, ainsi que celles de l'actuel *P. rigida* (HICKEL, 1911, p. 69-70).

Espèce fossile :	aile	{	Longueur totale : 19-23 mm.	
			Largeur : 5,5-7 mm.	
	graine	{	Longueur	Face supérieure : 2 mm. Face inférieure : 4 mm.
			Largeur	Face supérieure : 1,5 mm. Face inférieure : 2,5 mm.
<i>P. rigida</i> .	aile	{	Longueur totale : 15-25 mm.	
			Largeur : 4-8 mm.	
	graine	{	Longueur	3,5-5 mm.
			Largeur	Face inférieure 2-2,5 mm. Face supérieure 1.5 mm.

D'après ce tableau, nous voyons que les dimensions de nos graines fossiles sont du même ordre que celles de l'actuel *P. rigida*. Notons cependant qu'une des graines (Pl.-texte II, fig. 24), bien visible entre les pinces, a des dimensions extrêmement réduites, elle mesure seulement : 1,5 mm. de long sur 1 mm. de large. C'est sans doute une graine à demi-avortée, comme l'on en trouve fréquemment à la base des cônes chez les Pins actuels, la taille de l'aile : 19 mm. de long sur 5,5 de large, confirme d'ailleurs cette opinion.

Le Pin rigide habite actuellement la partie atlantique des U.S.A., surtout les monts Alléghany, depuis la Caroline du Sud jusqu'à l'Etat de Vermont. Chétif sur les landes sablonneuses où il est très abondant, il atteint de plus grandes dimensions dans les sols plus humides, près du rivage atlantique.

Nous n'avons pas trouvé, en dehors d'une empreinte du Miocène de Latha Formation (U.S.A.) dont nous parlons ci-après, dans la bibliographie paléobotanique mise à notre disposition, de graines de Pin comparables à celles que nous rapprochons de *P. rigida* ; il est probable que cette espèce de *Pinus* n'avait pas encore été signalée, du moins en France, à l'état fossile. La présence d'un Pin à feuilles groupées par trois tel que *P. rigida*, dans le Miocène de Rochessauve, est d'autant plus vraisemblable que M. le Chanoine DEPAPE (1922) a trouvé dans les marnes plaisanciennes de Saint-Marcel, à 40 km. au Sud-Est de Rochessauve, plusieurs faisceaux de trois aiguilles de Pin.

Actuellement absents du continent européen, les Pins à trois feuilles se montrent dès la base de l'Eocène de Kingigtok (Groenland occidental) (SEWARD, 1935 a) ; en France, nous les trouvons dans le Stampien d'Aix (SAPORTA, 1888 a), l'Aquitaniien d'Armissan (SAPORTA, 1865 b) ; en Europe, dans le Burdigalien de Bilin (Bohême) (ETTINGSHAUSEN, 1866), de Kumi (Ile Eubée), (UNGER, 1867), dans l'Aquitaniien de Lausanne, (HEER, 1854-59), le Miocène moyen de Theben-Neudorf (Presburg), (BERGER, 1951), de Parschlug (Styrie), (UNGER, 1852) ; au Plaisancien ils sont dans les cinérites de la Mougudo (Cantal), (LAURENT, 1904-05), à Podgumer, (STEFANOFF, 1935). Notons qu'en Amérique le *P. knowltoni* Chaney, du Miocène supérieur du Sud-Ouest de l'Idaho, est rapproché par DORF (1936) des Pins à trois feuilles. Le *P. monticolensis* Berry, du Miocène de Latah

Formation, (BERRY, 1929), est représenté par deux graines, non identiques entre elles, dont l'une (Pl.-texte II, fig. 39) a une forme et des dimensions comparables à celles des empreintes de Rochessaue :

aile	{ Longueur totale : 23 mm. Largeur : 6,5 mm.	graine	{ Longueur : 2,5 mm. Largeur : 1,5 mm.
------	---	--------	---

BERRY (1929) les rattache à *P. monticola* Douglas, et à *P. ponderosa* Douglas. Il paraît extraordinaire, d'une part, que les deux semences de *P. monticolensis* ayant une aile et une graine dont les formes et les dimensions sont très différentes, puissent appartenir à une même espèce, d'autre part, les graines de *P. ponderosa* dont les dimensions d'après HICKEL (1911, p. 76), sont les suivantes :

aile	{ Longueur : 35-40 mm. Largeur : 10-13 mm.	graine	{ Longueur : 10-11 mm. Largeur : 5-7 mm.
------	---	--------	---

semblent très éloignées de celles que figure BERRY. A moins d'admettre que la graine (Pl.-texte II, fig. 39) représente une graine avortée, ce que ne mentionne nullement l'auteur, il semblerait plus normale de la rapprocher de *P. rigida* Mill.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1852. Iconographia, p. 25, pl. 13, f. 4.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., t. III, p. 160, pl. 146, f. 10.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 67).
 UNGER : 1867. Kumi, p. 19, pl. 2, f. 1, 11.
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, I, p. 41, pl. 13, f. 13, 14.
 SAPORTA : 1888 a. Aix (Ann. Sc. nat., 7 s., t. 7, p. 48).
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 95.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 122, pl. 2, f. 1, 2.
 BERRY : 1929. Rev. of. the Fl. of. Latha Formation, p. 238, pl. 49, f. 5, 8.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 18, pl. 3, f. 6, 7.
 BERGER : 1951. Theben-Neudorf, p. 274, f. 1.

Pinus Junonis Kovats aff. *P. Laricio* Poiret

(Pl.-texte II, fig. 1, 2, 3, 31, 32, 33 et Pl. III, fig. 3)

Gisement : Rochessaue.

Plusieurs graines, trouvées à Rochessaue, ont une nucule ovale, arrondie, atteignant 5-6 mm. de long sur 3,5-4 mm. de large ; le fruit total : aile et graine, a 25-28 mm. de long et 6,5-8 mm. de large. La ligne dorsale est à peu près droite à la suite d'un léger ressaut en regard de la nucule. La ligne ventrale, d'abord étroite le long de la nucule, se dilate très obliquement et, après avoir atteint sa plus grande largeur, se rétrécit bientôt pour terminer l'aile en pointe obtuse ; l'aile est mince, très finement striée en long.

Le *P. Junonis* Kov., comme le fait remarquer son auteur (KOVATS, 1856 a), ne diffère du *P. Jovis* Unger (UNGER, 1852), que par les proportions de l'aile un peu plus grandes et par la nucule, plus petite, atténuée en pointe vers le haut, et non arrondie, comme chez *P. Junonis*. Notons cependant que ces différences peuvent tenir à l'imperfection des dessins.

L'abbé BOULAY (1887, p. 11), après HEER (1869 a), rattache *P. Junonis* Kov. à *P. Laricio* Poir. Nous avons pu comparer les semences de Rochessauve à des graines ailées de *P. Laricio* ; nous avons mesuré sept ou huit spécimens fossiles et de nombreuses graines de la plante vivante. La moyenne de ces mesures est donnée par le tableau suivant :

1° Longueur totale (aile + graine)	{ espèce fossile : 25-28 mm. espèce vivante : 23-25 mm.
2° Longueur des pinces ou de la graine	{ espèce fossile : 5-5-6 mm. espèce vivante : 6-7 mm.
3° Largeur entre les pinces ou de la graine	{ espèce fossile : 3,5-4 mm. espèce vivante : 3,5 mm.
4° Longueur de l'aile	{ espèce fossile : 18-20 mm. espèce vivante : 17,5-18,5 mm.

D'autre part, les dimensions des graines ailées de *P. Laricio*, données par HICKEL (1911, p. 77) sont les suivantes :

aile	{ Longueur : 18-24 mm. Largeur : 6-7 mm., cas extrêmes : 5-8 mm.	graine	{ Longueur : 6-7 mm. Largeur : 3-4 mm.
------	---	--------	---

Ces mesures confirment le rattachement de *P. Junonis* à *P. Laricio* et montrent que la largeur et la longueur des pinces (ou de la graine) sont des grandeurs peu variables pour une espèce donnée, alors que les dimensions de l'aile le sont beaucoup plus au sein d'une même espèce fossile ou actuelle.

Le Pin *Laricio*, en y comprenant les nombreuses variétés qu'il renferme, s'étend depuis le 6° de longitude Ouest, en Espagne, jusqu'au 48° à Vienne. Son aire géographique est moins septentrionale que celle de notre Pin sylvestre, il occupe de préférence les zones montagneuses entre 400 et 1.000 m. d'altitude, au Nord de la Méditerranée, 500 à 700 m., en Corse, 1.400 à 1.950 m., en Calabre et peut dépasser 2.000 m., à Chypre et sur le Taurus.

Le genre *Pinus* apparaît, en Europe, dès le Rhétien de Scanie (*Pinites Nilsoni* Nath.) ; HEER signale *P. prodromus* Heer dans l'Oolithe inférieure du cap Bohemann au Spitzberg. C'est probablement de l'extrême Nord que sont venus les pins conservés dans la craie néocomienne de la Louvière (Belgique), de la Haute-Marne, du cap de la Hève. On les retrouve dans tout le Crétacé, mais c'est à l'Oligocène — dans le Stampien d'Aix-en-Provence, en particulier, où ils sont très abondants — qu'il se présentent avec des caractères qui permettent de les ranger nettement dans les sections : *Strobus*, *Tæda*, ou *Pinaster*.

A partir du Sannoisien, nous trouvons, sous des dénominations diverses, la présence de *P. Laricio*, depuis les bords de la Baltique, en Prusse orientale, jusqu'au centre de l'Italie. Pour nous borner simplement au cas où ce Pin est représenté par des graines ailées, citons : *P. Laricio* de l'Oligocène inférieur de Samland (Prusse orientale), (HEER, 1869 a), *P. trichophylla* Sap. de l'Aquitanién d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b), *P. Laricio* du Burdigalien de Leoben (Styrie), (ETTINGSHAUSEN, 1888), *P. Junonis* Kov. du Miocène moyen d'Erdöbenye (Hongrie), (KOVATS, 1856 a), *P. Jovis* Ung. du Miocène inférieur de Radoboj (Croatie), (UNGER, 1852), les graines trouvées dans ces différents gisements sont identiques à celles de Rochessauve. Notons enfin, que les deux graines signa-

lées par l'abbé BOULAY (1892) dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon, sont aussi très voisines de celles recueillies à Rochessauve.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1852. Iconographia, p. 27, pl. 15, f. 6.
 KOVATS : 1856 a. Erdöbénye, p. 8, pl. 1, f. 11, 12.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 71, pl. 3, f. 12, 13).
 HEER : 1869 a. Mioc. Balt. Fl., p. 22, pl. 1, f. 19, 20.
 ETTINGSHAUSEN : 1888. Loeben, p. 16, pl. 2, f. 6.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 49, pl. 1, f. 14, 15, 16.

Pinus aff. *P. Pinaster* Solander

(Pl.-texte II, fig. 4, 5, 25, 34 et Pl. I, fig. 7)

Gisement : Rochessauve.

Outre les nombreuses empreintes de graines, le genre *Pinus* est encore représenté, à Rochessauve, par une portion d'un grand cône (Pl. I, fig. 7) qui mesure 70 mm. de long sur 50 de large. Ce cône possède des écailles qui, lorsqu'elles ne sont pas déformées, ont 22 mm. dans le sens transversal, sur 20 dans le sens de la longueur du cône. Ces écailles ont la forme d'une pyramide quadrangulaire dont les arêtes transversales et longitudinales sont saillantes. Le sommet de cette pyramide est occupé par un ombilic de forme losangique, dont la plus grande diagonale a 4-5 mm. et la plus petite 2,5-3 mm.

En comparant ce cône fossile avec les cônes des espèces de *Pinus* vivantes les plus voisines de l'espèce fossile, on peut faire ressortir certaines analogies et certaines dissemblances plus ou moins marquées :

1°. — *P. halepensis* Mill. Les cônes de cette espèce ont un ombilic plus allongé, des écailles avec des arêtes transversales plus grandes, de plus, ces écailles imbriquées forment un écusson plus aigu vers la base même du cône.

2°. — *P. monterumæ* Lamb. du Mexique, a des cônes dont les écailles imbriquées ont leur pointe inférieure plus à gauche et moins au centre que chez le cône fossile.

3°. — *P. Robani* Rœzl., du Mexique, possède des cônes dont les écailles ont un ombilic beaucoup plus grand que chez notre échantillon.

4°. — *P. Pinaster* Sol. Les cônes de ce Pin, s'ils ne sont pas ouverts, offrent des écailles proéminantes comme chez l'empreinte de Rochessauve ; ces écailles en forme de pyramide quadrangulaire ont des côtes transversales très saillantes, les longitudinales bien marquées, l'ombilic de forme losangique, mesure 3,5-4,5 mm. dans le sens de la grande diagonale, et 2,5-3 mm. dans celui de la petite diagonale.

Tous ces caractères, que nous retrouvons dans le cône fossile qui nous occupe, marquent l'affinité incontestable de notre échantillon avec *P. Pinaster*.

L'aire géographique du Pin maritime (*P. Pinaster*), s'étend depuis le Sud-Ouest de la France, au Sud de la Gironde, jusqu'en Afrique du Nord et sur tout le pourtour Ouest de la Méditerranée, à l'Est il ne dépasse guère la Dalmatie. Il s'éloigne peu du littoral, mais pousse néanmoins en Corse, jusqu'à 1.300 m. d'altitude. C'est une espèce essentiellement silicicole qui dépérit rapide-

ment sur les sols calcaires. Il prospère parfaitement dans la région de Brioude, où plusieurs colonies sont en pleine vigueur à 600 m. d'altitude, dans un sol siliceux formé aux dépens de gneiss anatexites. A la suite d'incendies qui ont détruit des forêts de *Quercus suber*, dans l'Estérel, *P. Pinaster* s'installe spontanément à la place de ce chêne, de préférence à *P. halepensis*, espèce qui occupe les sols calcaires de Provence et de la Côte d'Azur.

Cette espèce calcifuge devait croître assez loin des lacs tertiaires, car on ne l'a rencontrée que fort rarement à l'état fossile. Citons comme voisin de l'espèce actuelle : le *P. pinastroides* Ung. de l'Oligocène supérieur de Salzhausen (Weteravie), (UNGER, 1852) et un cône de *P. maritima* Poir. (*P. Pinaster* Sol.), trouvé dans le Plaisancien de Podgumer, qui, d'après la description qu'en donnent STEFANOFF et JORDANOFF (1935), est très proche de celui de Rochessauve. DE SAPORTA (1888 a) signale, dans le Stampien d'Aix-en-Provence, plusieurs espèces de Pin fossiles qu'il rattache au groupe de *P. Pinaster*. Mais des cônes qu'il représente, seul, celui figuré (Pl. III, fig. 19), a quelques traits de ressemblance avec celui de Rochessauve.

La présence de *P. Pinaster* dans les forêts pontiennes de l'Ardèche, attestée par le cône que nous venons de décrire, l'est encore par les graines de cette espèce. En effet, l'abbé BOULAY (1887, p. 12) signale à Rochessauve une graine « dont l'aile mesure 30-40 mm. de long sur 8 de large, à bords longuement parallèles, tronquée brusquement au sommet par une ligne légèrement oblique décrivant des angles très émousés en se raccordant aux bords latéraux. La similitude est très grande avec les fruits de *P. Pinaster* actuel ». Nous n'avons pas retrouvé la graine dont parle l'abbé BOULAY ; les dimensions qu'il donne correspondent à celles indiquées par HICKEL (1911, p. 73) pour *P. Pinaster*. Par contre, nous reproduisons (Pl.-texte II, fig. 25) un fragment d'aile dont l'allure et la largeur rappellent celles de notre Pin maritime, mais ce fragment est trop incomplet pour être attribué avec certitude à cette espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1852. Iconographia, p. 29, pl. 15, f. 1.
 SAPORTA : 1888 a. Aix (An. Sc. nat., 7 s., t. 7, p. 53, pl. 3, f. 19).
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 20, pl. 4, f. 1.

Pinus Goethana Unger

(Pl.-texte II, figure 6, 7)

Gisement : Rochessauve.

Les graines que nous reproduisons (Pl.-texte II, fig. 6, 7) ont été rattachées, avec raison, par l'abbé BOULAY (1887, p. 11), à *P. Goethana* Unger, du Miocène moyen de Parschlug (Styrie). Les graines de Pin de ce dernier gisement (UNGER, 1852, p. 24, pl. XII, f. 18-21) sont, en effet, identiques, quant à la forme et à la taille, à celles trouvées à Rochessauve. L'abbé BOULAY (1887), d'après la forme de l'aile, les rapproche de celles des actuels *P. silvestris* L. et *P. montana* Dur. Ce sont certainement des graines microspermes, encore plus petites que celles de *P. silvestris* L. et *P. contorta* Dougl., celles de cette dernière espèce — les plus petites du genre — ont, d'après HICKEL (1911, p. 84) : 2,5-5 mm. de long, sur 1,5-2 mm. de large, celles de *P. silvestris* : 3,5-5 mm. de long sur 2-3 mm. de large. Or les pinces de l'empreinte (Pl.-texte II, fig. 6) et la graine conservée dans l'empreinte (Pl.-texte II, fig. 7) ont respectivement 2 mm. de long sur 1-1,5 de large. On est donc obligé d'admettre, soit que certaines espèces de Pin de la forêt pontienne ardéchoise ont disparu sans laisser de descendance, soit que les empreintes que nous reproduisons sont

des graines avortées. Mais nous ne saurions affirmer qu'elles se rattachent à *P. silvestris*, car, d'une part, l'aile chez cette dernière espèce est de forme si variable qu'il est impossible de baser une détermination sérieuse sur des caractères si changeants.

Nous ne mentionnons pas les *P. consimilis* Sap. et *P. Echinostrobus* Sap., auxquels l'abbé BOULAY (1887) rapportait certaines empreintes de graines par trop fragmentaires. D'ailleurs cet auteur (1887, p. 11) met en doute les déterminations de SAPORTA, et à propos de *P. Echinostrobus*, s'exprime ainsi : « Mes spécimens sont bien conformes à cette prétendue espèce. Il faut observer, en effet, que dans un cône de Pin ou de Sapin, les graines inférieures comprimées par les écailles avortent, et l'aile seule se développe, quoique plus petite ; un peu plus haut, les graines prennent des contours définis, mais restent petites et stériles, ce sont les fruits microspermes dont beaucoup de paléontologistes ont fait des espèces ».

En conclusion, on peut dire, que outre les trois espèces de Pin que nous avons pu déterminer grâce à des caractères suffisamment marqués, il existait, dans la forêt pontienne du Vivarais, deux ou trois espèces de Pin dont la présence est attestée par des graines ailées, distinctes de celles des *P. Laricio*, *P. Pinaster*, *P. rigida*, mais trop incomplètes pour recevoir une attribution spécifique.

GENRE CEDRUS

Cedrus vivariensis N. Boulay

(Pl.-texte II, fig. 16, 17, 18, 19 et Pl. III, fig. 4)

Gisements : Rochessauve, Charay.

La présence du Cèdre dans le Miocène de l'Ardèche fut signalée pour la première fois par l'abbé BOULAY (1887) qui indique dans ses notes manuscrites que ce genre est représenté par une moitié d'écaille de strobile et par cinq graines de grandeur différente. « L'écaille, dit cet auteur, par sa base élargie, son contour supérieur très étendu et la nervation à lignes presque parallèles, correspond beaucoup mieux au genre *Cedrus* qu'au genre *Abies* ». Nous n'avons pas retrouvé, dans les collections de l'abbé BOULAY, l'écaille dont il parle. Nous avons été plus heureux pour les graines et avons mis la main sur deux presque entières et trois très fragmentaires. Elles ont une aile très dilatée, en sorte que le bord extérieur fait avec le bord médian ou interne un angle de 60 à 70°. Dans l'*Abies pectinata*, cet angle ne dépasse guère 50°. De plus sur les deux graines conservées, la courbure très brusque que subissent dans le cône les graines de Cèdre au-dessus de la nucule, est très nettement représentée, par un pli caractéristique.

Une petite graine (Pl.-texte II, fig. 18) est stérile et correspond à la base du cône, une autre (Pl.-texte II, fig. 17), à nucule mieux développée, mesure 16-17 mm. de long et 14 de large, une troisième (Pl.-texte II, fig. 16) de 26 mm. de long, dont l'aile est déchirée sur le bord externe, devait approcher de 20 mm. de large. La variété dans les dimensions de nos spécimens n'a rien de surprenant, elle indique simplement que ces graines proviennent de différents points du cône ; la taille des graines actuelles varie aussi suivant qu'elles sont à la base, au milieu ou au sommet du cône.

La graine proprement dite, cunéiforme, n'est évidemment pas conservée, mais son empreinte s'enfonce en coin obliquement par rapport à l'aile et dessine une dépression dans la plaque de diatomite coupée suivant le plan de l'aile.

Le genre *Cedrus* comprend actuellement trois principales espèces :

1°. — *C. Libani* Barr., qui croît spontanément sur les montagnes de Carie, en Syrie, dans le Liban, dans l'anti-Liban et dans l'île de Chypre où il forme la variété *brevifolia* Hook.

2°. — *C. atlantica* Man., d'Afrique du Nord où on le rencontre à des altitudes comprises entre 1.500 et 2.000 m. et où il couvre des étendues considérables particulièrement en Algérie.

3°. — *G. Deodora* Loud., forme de magnifiques forêts dans l'Himalaya où il se tient entre 1.600 et 4.000 m. d'altitude.

Les graines de ces trois espèces de Cèdre, qui fructifient partout en France, ne diffèrent guère que par leurs dimensions. Il est donc difficile, avec les éléments dont nous disposons, de classer l'espèce fossile du Vivarais, dans l'une ou l'autre de celles ci-dessus précitées. D'ailleurs, certains auteurs, tel COSSON (1856), rattachent *C. atlantica* à *C. Libani* et les considèrent comme une seule et même espèce. WEDDELL (1856) pense que *C. Deodora* de l'Himalaya se rapproche beaucoup des Cèdres du Liban qui ornent nos parcs. LAUBY (1910), en conclusion de son étude sur le Cèdre fossile de l'Aubrac, fait remarquer : « que le genre *Cedrus* est représenté par trois formes, dont les différences, assez accusées chez les jeunes sujets, tendent à s'effacer avec l'âge et que la plupart des Botanistes s'accordent à considérer comme de simples races d'un même type spécifique ».

Les premiers vestiges certains du genre ont été rencontrés dans l'Albien-Cénomanién de l'Argonne, où FLICHE (1896) a pu établir, grâce à des cônes bien conservés, « que les écailles et les graines présentent tous les caractères des Cèdres, l'épiderme montre même parfois des lacunes résinifères, habituelles dans le genre, peut-être un peu moins grandes que dans le Cèdre actuel ». Dans le Néocomien du Hainaut belge nous trouvons : *C. Corneti* Coëm. (COËMANS, 1866), dans celui du Havre : *C. Lennieri* Sap. (SAPORTA, 1880) dans celui d'Angleterre : *C. Leckenbyi* Carruth. (CARRUTHERS, 1869) ; les deux premiers se rapprochent de *C. Deodora* Loud., le dernier plutôt de *C. Libani*. Dans l'Eocène d'Islande le genre est représenté par *Pinus Steenstrupiana* Heer (HEER, 1868-83). Aucun reste de cette Conifère n'a été signalé jusqu'ici, dans l'Oligocène d'Europe, et il faut remonter au Pontien de l'Aubrac pour trouver de nombreuses écailles et graines que LAUBY (1910) a figurées et décrites sous le nom de *C. miocenica* Lauby et que MARTY (1931, p. 183) rattache à *C. vivariensis* N. Boul.

Il est représenté par une écaille dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme). Cette écaille, d'après l'abbé BOULAY (1892), concorde exactement avec celles du tiers inférieur des cônes de *C. atlantica*, et, pour cet auteur, il est possible que le Cèdre du lac Chambon soit le même que celui du Pontien de Charay. Comme nous ne possédons que des graines, il nous est impossible de comparer le Cèdre du Vivarais à celui des Cinérites du lac Chambon. Rappelons que l'abbé BOULAY avait eu en mains, une écaille, récoltée à Charay, qui lui permit de rapprocher les spécimens de ces deux stations paléobotaniques. Le Cèdre a été signalé sous le nom de *C. libanitica* Trew, par STEFANOFF et JORDANOFF (1935) dans le Plaisancien de Podgumer (Plaine de Sofia), où il est représenté par de nombreuses écailles et des graines ailées fragmentaires. Mais les auteurs prennent le *C. libanitica* Trew. dans son sens large « including all the three closely related mediterranean species ; namely *C. libanitica* Trew., *C. brevifolia* Henry and *C. atlantica* Manetti ».

L'espèce du Pliocène inférieur de Podgumer se distingue, en effet, de celles du Miocène de l'Ardèche par des graines de taille plus élevée, voisines de celles de l'actuel *C. Libani* Barr. Par contre, le Cèdre miocène de l'Aubrac, est, comme le pensait LAUBY et surtout MARTY, très proche, sinon identique, au Cèdre miocène de Charay, les formes et les dimensions des graines de ces deux Cèdres sont, en effet, sensiblement les mêmes.

Avec l'abbé BOULAY, et après avoir comparé nos échantillons avec de nombreuses graines des espèces vivantes, nous croyons que c'est avec *C. atlantica* Man., d'Afrique septentrionale, que le Cèdre miocène du Vivarais, par les dimensions et la forme de ses graines, a le plus d'affinité. Nos échantillons fossiles ne sont, toutefois, pas assez nombreux et sont trop fragmentaires pour que nous puissions pousser plus loin la comparaison et conclure à une parfaite identité entre les deux espèces.

BIBLIOGRAPHIE

- COEMANS : 1866. Crétacé du Hainaut, p. 11, pl. 4, f. 3.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., t. 1, p. 144, pl. 24, f. 23, 24, 25, 26.
 CARRUTHERS : 1869. Fruits from secondary rocks, t. 6, p. 2, pl. 1, f. 1-5.
 SAPORTA : 1880. Craie du Havre, t. 6, p. 640, pl. 1-4.
 BOULAY : 1982. Mont-Dore, p. 49, pl. 1, f. 6.
 LAUBY : 1910. Rech. poléoph. dans M. C., p. 88, pl. 1, f. 1-12 ; pl. 2, f. 1-6 ; pl. 3, 1-9.
 MARTY : 1931. Aubrac, p. 183.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 16., pl. 2, f. 9, 12, 13, 14.

GENRE LARIX

Larix aff. *L. europaea* Decandolle

(Pl.-texte II, fig. 30 et Pl. I, fig. 4)

Gisement : Rochessauve.

Une empreinte fragmentaire représente certainement un cône du genre *Larix* et probablement de *L. europaea*. En effet, chez l'espèce actuelle, les cônes, de dimensions variées, ont en moyenne 35 mm. de long sur 20 de large. Les écailles de forme orbiculaire-conique, à sommet tronqué, possèdent des stries longitudinales bien marquées sur la face externe de l'écaille. Si l'on imprime un cône de *L. europaea* sur une couche d'argile molle, bien horizontale, cette impression se fait suivant trois séries d'écailles imbriquées. On retrouve tous ces caractères chez l'empreinte du cône fossile de Rochessauve, cette empreinte mesure 19 mm. dans la partie la plus large et 16 seulement à l'extrémité mutilée par l'échantillonnage, située à 22 mm. de la base du cône. Notons que les cônes, de taille moyenne, qui, chez *L. europaea*, possèdent des dimensions identiques à celles de l'empreinte fossile que nous étudions, ont, eux aussi, à 22 mm. de la base, une largeur de 16 mm.

Par sa taille et sa forme, ce cône fossile pourrait être confondu avec certains cônes de *Picea*, de *Tsuga* et de *Pseudotsuga*. Mais, comme le font remarquer STEFANOFF et JORDANOFF (1935, p. 14), à propos des écailles striées de *Larix* : « The presence of the furrows may be regarded as of a character sufficient to help the separation of the cones of *Larix* from the small sized cones of *Picea excelsa* Link ».

Les cônes de *Pseudotsuga*, si abondants dans le Pleistocène de Californie, se distinguent nettement de l'empreinte fossile de Rochessauve, par leurs écailles lisses sur la face externe, et non tronquées au sommet.

Les cônes de *Tsuga europaea* Menzel, possèdent des écailles qui ont, comme le notent STEFANOFF et JORDANOFF (1935, p. 13), « a flattened apophyse characterising the cone scales of the *Tsuga* species », qu'on ne trouve pas chez notre fossile. Les écailles des cônes de *Tsuga Sieboldii* Carr., voisines de celles de notre empreinte fossile de *Larix*, s'en distinguent facilement par des stries rayonnées et non subparallèles comme chez le genre *Larix*.

Des cônes de *Larix* ont été signalés dans le Pontien de Fontgrande (Aubrac) par LAUBY (1910), sous le nom de *L. sibirica* Ledeb. *fossilis* Lauby. *L. sibirica*, ne serait, d'après CARRIÈRE, qu'une simple variété de *L. europæa* D.C. (in MARTY, 1931, p. 183). Les empreintes de l'Aubrac, par leur forme, semblent très voisines de celle de Rochessauve, mais l'état des échantillons figurés par LAUBY ne permet pas de pousser plus loin la comparaison. MARTY (1903) signale lui aussi le genre *Larix* dans le Pontien de Joursac (Cantal) où il est représenté par une graine. On le rencontre encore dans les cinérites plaisanciennes de Niac (Cantal), (LAURENT, 1908), dans le Pliocène inférieur de Untermaintal (près Francfort), (ENGELHARDT et KINKELIN, 1908), où il est représenté par des cônes de taille inférieure à celle du fossile de Rochessauve, enfin STEFANOFF et JORDANOFF (1935) ont décrit et figuré plusieurs cônes et une graine de *L. europæa* provenant du Pliocène inférieur de Podgumer (environs de Sofia).

Rappelons que *L. europæa* habite les régions montagneuses d'Europe entre le 43° et le 50° de latitude nord, à des altitudes comprises entre 1.000 et 2.300 m., où il recherche les situations abritées contre les vents secs et froids. Il exige une température moyenne annuelle d'au moins 1° et au plus 8°.

BIBLIOGRAPHIE

- MARTY : 1903. Joursac, p. 19, pl. 1, f. 14.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 27, f. 3.
 ENGELHARDT et KINKELIN : 1908. Oberpliozäne Fl. u. F. d. Untermaintales, p. 215, pl. 24, f. 16, 17.
 LAUBY : 1910. Rech. paléoph. dans le M. C., p. 113, pl. 6, f. 1-6 ; pl. 7, f. 1-3.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 14., pl. 2, f. 4-8.

Larix aff. *L. Griffithii* Hook

(Pl.-texte II, fig. 29)

Gisement : Rochessauve.

Le tripoli de Rochessauve a livré une belle empreinte de graine ailée. La graine proprement dite mesure 4 mm. de long sur 2,5 de large ; la longueur totale : aile + graine est de 9 mm., l'aile recouvre entièrement la graine qui est de forme triangulaire, à bord supérieur arrondi ; cette graine a vaguement la forme d'un cœur. L'aile, longue de 5 mm. sur 4 de large, est de forme elliptique, avec ses deux bords arrondis. Par tous ces caractères, cette graine appartient au genre *Larix* ; la forme de l'aile, et parfois la taille, la distinguent de celles des différentes espèces de *Larix* que nous avons pu examiner, c'est-à-dire : *L. europæa* D.C., *L. eurolepis* A. Henry, *L. leptolepis* Murr., *L. princis rupprechtii* Mayr., *L. kurilensis* Mayr. ; ces différentes espèces de *Larix* ont toutes des graines dont le bord interne de l'aile est droit, de sorte que cette aile est terminée par un sommet plus ou moins aigu. Par contre, *L. Griffithii* Hook, possède des graines dont les ailes ont des bords subarrondis et dont les dimensions sont : longueur totale, aile + graine : 9-11 mm., longueur de la graine : 4-5 mm., largeur de la graine : 2,5-3 mm. La graine fossile s'apparente donc plus particulièrement aux petites graines de cette espèce de *Larix* ; toutefois il convient de noter que l'aile de l'espèce vivante fait sur le bord externe, en son point d'attache avec la graine, un angle plus grand que chez la graine fossile. Il est vrai que nous n'avons pas eu suffisamment de graines ailées pour constater si ce caractère était constant chez *L. Griffithii* ; il y a entre cette dernière espèce et notre graine fossile, une affinité certaine, mais nous ne saurions conclure à une parfaite identité entre l'espèce vivante et l'espèce fossile.

L. Griffithii est un petit arbre de 12 à 15 m., il habite la région de l'Himalaya, du Népal, de Bhotan, les graines que nous avons examinées provenaient de Sikkim ; bien qu'originaires de la région de l'Himalaya, ce *Larix* gèle facilement sous le climat parisien.

Graine d'Abiétacée

(Pl.-texte II, fig. 36)

Une empreinte de graine ailée, trouvée à Rochessaue, mesure 10 mm. 5 (aile + graine), la plus grande largeur de l'aile n'est que de 4 mm. ; la graine de forme ovale a 3,5 mm. de long sur 2 mm. de large. Elle semble posée sur une aile qui pourrait se détacher en forme de cuiller et non en forme de pincettes. Ce dernier caractère montre que nous avons affaire, soit à une graine de *Picea*, soit à une graine de *Pinus Banksiana* Lamb.

Les dimensions des semences de ce Pin américain sont, d'après HICKEL (1911, p. 67) :

<i>Pinus Banksiana</i> :	Longueur de la graine	4	mm.
	Longueur : aile + graine	9-11	mm.
	La plus grande largeur de l'aile	4	mm.

Ces dimensions sont donc comparables à celles de notre empreinte. De plus, d'après HICKEL, la graine de *P. Banksiana* est ordinairement tronquée obliquement au sommet, mais elle peut être, dans certains cas, de forme ovale.

Notons cependant que la forme de l'aile rapproche plutôt cette empreinte du genre *Picea*.

Nous n'avons pas trouvé, dans les collections que nous avons examinées, des termes de comparaison suffisamment nombreux pour décider si cette graine appartient à un *Pinus* voisin de *P. Banksiana* ou au genre *Picea*. Une abondante série de graines des différentes espèces vivantes de *Picea*, ainsi que de *P. Banksiana*, serait nécessaire pour trancher la question. »

TAXODIACÉES

GENRE SEQUOIA

Sequoia Langsdorfii (Brongniart) Heer

(Pl.-texte II, fig. 20, 21 et Pl. I, fig. 2)

Gisements : Rochessaue, Charay.

La présence du genre *Sequoia*, dans les alluvions miocènes du N.E. du Coiron, est attestée par divers fragments de rameaux et des graines. L'abbé BOULAY (1887, p. 13) indique Rochessaue comme localité ayant fourni des empreintes de *Sequoia*, or, dans ses notes manuscrites il mentionne aussi Charay. Les échantillons de tripoli étant trop fragmentaires, il ne nous a pas été possible d'établir avec certitude, d'après leur aspect, le lieu de leur provenance. Il est fort probable que les deux localités ont livré des restes de cette Conifère.

Nous n'avons trouvé qu'un seul des deux rameaux de *Sequoia* dont parle BOULAY, dans ses notes manuscrites. Il correspond à la partie moyenne d'un jeune rameau, dont le rachis a un peu moins d'un millimètre d'épaisseur. Les feuilles ont de 10 à 13 mm. de long sur 1,50 à 2 mm. de large. Elles sont étalées, à nervures médianes peu marquées, distiques, décurrentes sur la tige, sans

pétiole, ce qui les distingue de celles de *Taxus baccata*. Certaines paraissent rétrécies à la base, alors que la plupart ont les bords du limbe sensiblement parallèles jusqu'à la tige. Ce dernier caractère, assez commun parmi les nombreux échantillons fossiles de cette espèce, a été justement remarqué par SEWARD (1935 b, p. 16) qui écrit : « In many of the published illustrations of the latter species (*Sequoites Langsdorfii*) the leaf-bases are continued along the axis of the branche without any constriction but, on the other hand, leaves with a contracted base — possibly the result of twisting and the manner of preservation — occur in association with leaves with no such constriction ». On retrouve d'ailleurs le même phénomène chez l'actuel *S. sempervirens* Endl. dont certaines feuilles, par suite d'une torsion, paraissent avoir une base plus atténuée qu'en réalité, alors que chez d'autres cette base a la même largeur que la feuille en son milieu.

On a rangé sous le nom de *Sequoia Langsdorfii* (1) des empreintes foliaires qui présentent quelques variations dans la taille, la forme, leur mode d'insertion sur la tige, en sorte que, comme le note SEWARD (1935 a, p. 12) : « *S. Langsdorfii* is a comprehensive species, which may include more than one true species ». L'*Elatocladus Smittiana* Heer (Seward), du Crétacé d'Atanekrdluk (Groenland) qui diffère de *S. Langsdorfii* par « its longer and relatively broader leaves, a less prominent midrib and in its less rigid appearance » (SEWARD, loc. cit. p. 16) pourrait bien être une espèce distincte de *S. Langsdorfii*.

Le ramule du Miocène de Charay est identique à ceux de *S. sempervirens* Endl. C'est d'ailleurs à cette espèce que la plupart des paléobotanistes rapportent *S. Langsdorfii*. Cette Conifère actuelle est un grand arbre de la haute Californie qui, comme *S. gigantea* Endl. est cultivé dans nos parcs, mais il est moins rustique que ce dernier et souffre beaucoup du froid de l'hiver, sous le climat parisien, il est particulièrement sensible aux gelées printanières et exige un sol plutôt humide.

Outre les rameaux garnis de feuilles étalées, l'abbé BOULAY signale (notes manuscrites) qu'il a trouvé à Charay et à Rochessauve, plusieurs graines de *Sequoia*. Nous n'avons pu mettre la main sur ces échantillons, mais par contre, avons été assez heureux pour découvrir l'empreinte d'un châton de cette Conifère (Pl.-texte II, fig. 20). Il est de forme suborbiculaire et mesure 4 mm. suivant le grand diamètre et 3 dans l'autre. On aperçoit encore quelques écailles imbriquées, il rappelle parfaitement ceux que l'on rencontre à l'extrémité des jeunes ramules de l'actuel *S. sempervirens*.

Le genre *Sequoia* se rencontre dans le Crétacé supérieur de l'Amérique du Nord, (BERRY, 1914), dans la craie supérieure du Spitzberg, d'Allemagne, dans le Cénomanién de Bohême. Au Tertiaire *S. Langsdorfii* a une extension géographique considérable, il est un des éléments essentiels des forêts tertiaires européennes ; on le trouve, en particulier dans l'Eocène de l'île de Mull (Angleterre), (GARDNER, 1879-86), dans le Burdigalien de Bilin (Bohême), (ETTINGSHAUSEN, 1866), dans celui de Loeben (Styrie), (ETTINGSHAUSEN, 1888), de Kumi (île Eubée), (UNGER, 1867), dans la Mollasse suisse, dans le Miocène moyen de Zalesce (Pologne), (CZECZOTTOWA, 1951), dans le Mio-

(1) R.W. CHANEY (1951) a constaté que certaines empreintes fossiles des terres arctiques et des U.S.A., attribuées au genre *Sequoia*, appartiennent en réalité au genre *Metasequoia* (*M. occidentalis* Chaney) ou à d'autres genres tels que *Taxodium*. L'ouvrage de l'éminent Paléobotaniste américain nous étant parvenu alors que notre travail était en grande partie imprimé, il nous a été impossible d'apporter les rectifications nécessaires à des déterminations erronées et à la répartition géographique des gisements des genres *Sequoia* et *Metasequoia* fossiles. Nous renvoyons donc le lecteur à cette importante révision des publications concernant les genres *Sequoia* et *Taxodium* fossiles.

PLANCHE-TEXTE II

- 1, 2, 3. — *Pinus Laricio* Poir, (*P. Junonis* Kov.), (Rochessaube).
- 4, 5. — *P. Pinaster* Sol., actuel, (Brioude, Haute-Loire).
- 6, 7. — *P. Gæthana* Ung., (Rochessaube).
- 8, 9. — *Pinus* sp., (Rochessaube).
10. — *Pinus* aff. *P. Pinaster*, (Rochessaube).
- 11, 12. — *Pinus* aff. *P. rigida* Mill., (Rochessaube).
13. — *Pinus* sp., (Rochessaube).
14. — *Abies* aff. *A. cephalonica* Loud., (Rochessaube).
15. — *Abies* sp., (Rochessaube).
- 16, 17. } *Cedrus vivariensis* N. Boul., (Charay).
- 18, 19. }
- 20, 21. — *Sequoia Langsdorfii* (Brongn.) Heer, (Charay, Rochessaube).
- 22, 23. — *Callitris Brongniartii* Endl., (Charay).
24. — *Pinus* aff. *P. rigida*, graine avortée, (Rochessaube).
25. — *Pinus* aff. *P. Pinaster*, (Rochessaube).
26. — *Pinus* sp., (Rochessaube).
27. — *Hakea* sp., (Pourchères).
28. — *Abies* sp., (Rochessaube).
29. — *Larix* aff. *L. Griffithii* Hook, (Rochessaube).
30. — *Larix* aff. *L. europæa* D.C., (Rochessaube).
- 31, 32, 33. — *Pinus Laricio* L., (Herbier Muséum de Paris).
34. — *Pinus Pinaster* Sol., graine actuelle, (Brioude, Haute-Loire).
35. — *Gordonia* sp.
36. — Graine d'abiétacée, (Rochessaube).
37. — *Abies* sp., (Rochessaube).
- 38, 39. — *Pinus monticolensis* Berr., (Latha Formation, U.S.A.).
40. — *Bambusa lugdunensis* Sap., détails d'une feuille, grossissement 3, (Pourchères).
41. — *Bambusa lugdunensis* Sap., (Pourchères).



cène supérieur de Silésie, (KRAUSEL, 1919), de Sinigaglia (Italie), (MASSALONGO, 1859), dans le Plaisancien du Val d'Arno (GAUDIN, 1859), dans celui de Podgumer (Plaine de Sofia), (STEFANOFF, 1935).

En France, SAPORTA (1888 b) signale le genre dans le Crétacé du Midi, mais sans donner de référence ; LAURENT (1912) le découvre dans l'Oligocène de Menat (P.-de-D.), SAPORTA (1865 b) en décrit des empreintes provenant de l'Aquitainien d'Armissan (Aude). M. le Chanoine DEPAPE (1922) le cite comme l'une des espèces les plus répandues dans les marnes plaisanciennes de la vallée du Rhône, à Saint-Marcel (Ardèche). Il n'a pas, jusqu'ici, été signalé dans les gisements miocènes et pliocènes d'Auvergne et du Velay, ce qui ne signifie pas nécessairement que le *Sequoia* était absent de ces régions, mais simplement qu'il n'était pas, pendant ces périodes, un élément dominant des forêts, constituées, surtout sur les hauts sommets, par des Pins, des Sapins, des Epicéas.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., t. 1, p. 54, pl. 20, f. 2 ; pl. 21, f. 4.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 157, pl. 6, f. 2, 13, 15 ; pl. 40, f. 6.
 GAUDIN et STROZZI : 1859. Val d'Arno, 2^e Mém., p. 36, pl. 2, f. 7, 8 ; pl. 10, f. 10.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 51, pl. 2, f. 1).
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, I, p. 39, pl. 13, f. 9, 10.
 UNGER : 1867. Kumi, p. 21, pl. 2, f. 17, 23.
 GARDNER : 1879-86. British Eoc. Fl., t. 2, p. 41, pl. 10, f. 1.
 ETTINGSHAUSEN : 1888. Loeben, p. 14, pl. 2, f. 2.
 LAURENT : 1912. Menat, p. 65.
 BERRY : 1914. Up. Cret. Fl. of S. Carolina, p. 23, pl. 4, f. 1-4.
 KRÆUSEL : 1919. Die Pfl. d. schles. Tert., p. 109, pl. 10, f. 16, 22-24.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 120, pl. 1, f. 13-15.
 SEWARD : 1935 a. Foss. Pl. fr. Kingigtok, p. 12, pl. 1, f. 5, 9, 10.
 SEWARD : 1935 b. Add. Cret. Pl. fr. W. Greenland, p. 16, pl. 4, f. 22.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 9, pl. 1, f. 5-9.
 CZECZOTTOWA : 1951. Zalesce, p. 366, pl. 1, f. 15-18.

CUPRESSACÉES

GENRE CALLITRIS

Callitris Brongniartii Endlicher

(Pl.-texte II, fig. 22, 23)

Gisement : Charay.

Les Cupressacées sont représentées, à Charay, par plusieurs fruits de *Callitris Brongniartii*. Ce sont des strobiles ouverts, les quatre valves sont étalées et portent une carène médiane, le sommet, bien visible, est muni d'un petit mucron.

Les caractères de *C. Brongniartii* rappellent en tous points ceux de l'espèce actuelle : *C. quadrivalvis* (Ventenat) Richard, (*Tetraclinis articulata* Masters, *Thuja articulata* Vahl). Si aujourd'hui

l'unique espèce de ce genre est cantonnée en Afrique du Nord, elle était jadis très répandue dans l'Oligocène et le Miocène. Nous la trouvons dans l'Aquitainien d'Armissan, près Narbonne, (SAPORTA, 1865 b), dans le Stampien d'Aix-en-Provence, (SAPORTA, 1862 b), dans le Miocène de Hæring (Tyrol), (ETTINGSHAUSEN, 1853 b), de Gergovie, (BOULAY, 1899), de Leoben (Styrie), (ETTINGSHAUSEN, 1888), de Sagor (Carniole), (ETTINGSHAUSEN, 1872), de Radoboj (Croatie), (ETTINGSHAUSEN, 1870).

Enfin, notons qu'à propos d'une empreinte qu'il dénomme *Carpolithus callitrisformis*, BERRY (1924), fait remarquer qu'il s'agit probablement de *Callitris* « It bears a striking resemblance to the fossils described as cones of *Callitris*, but as no traces of this genus have ever been described from North America, I hesitate to draw the conclusion that it was present in the upper Eocene, from such imperfect material ».

BIBLIOGRAPHIE

- ETTINGSHAUSEN : 1853 b. Hæring, p. 34, pl. 5, f. 7-35.
 SAPORTA : 1862 b. Aix (An. Sc. nat., 4 s., t. 17, p. 209, pl. 2, f. 6).
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 39, pl. 1, f. 6).
 ETTINGSHAUSEN : 1870. Radoboj, p. 834.
 ETTINGSHAUSEN : 1872. Sagor, I, p. 165, pl. 2, f. 30, 31.
 ETTINGSHAUSEN : 1888. Leoben, I, p. 14, pl. 2, f. 2.
 BOULAY : 1899. Gergovie, p. 32, pl. 1, f. 4.
 BERRY : 1924. The Midd. and Up. Eoc. Fl. of S. E., N. Am., p. 197, pl. 40, f. 3.

ANGIOSPERMES

GRAMINÉES

GENRE BAMBUSA

Bambusa lugdunensis Saporta et Marion

(Pl.-texte I, fig. 12 et Pl.-texte II, fig. 40, 41)

Gisements : Pourchères, Rochessaue, Charay.

Les Bambous miocènes sont représentés dans les alluvions sous-basaltiques du Coiron par plusieurs empreintes plus ou moins complètes. L'une d'entre elles (Pl.-texte II, fig. 41), recueillie à Pourchères, mesure 45 mm. de long sur 11 mm. de large, bien que fragmentaire elle est typique de l'espèce : feuille à bords parallèles, atténuée à la base, avec un pétiole de 8 mm., un limbe parcouru par une forte nervure centrale, accompagnée de trois nervures latérales très marquées, entre lesquelles on aperçoit 4-8 nervures de troisième ordre.

Plusieurs autres fragments, provenant de Rochessaue, démunis de pétiole, ont, eux aussi, un limbe parcouru par une nervure médiane et trois latérales de chaque côté, ils représentent sans doute des feuilles de Bambous dont la base est moins bien conservée, par contre, on aperçoit nette-

ment de fines anastomoses transverses entre les nervures intercalaires, on retrouve d'ailleurs cette structure chez les actuels *Bambusa* et *Arundinaria*.

Les Bambous se rencontrent dans presque toutes les flores tertiaires d'Europe, mais comme le note LAURENT (1904-05, p. 99), il est difficile de se faire une idée exacte de leur extension car beaucoup d'empreintes, attribuées au groupe des Bambusées, sont trop mal conservées pour recevoir une détermination précise. Par contre, on trouve dans plusieurs gisements des Bambous bien caractérisés ; citons le *B. cambonensis* N. Boul., du Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme), (BOULAY, 1892), voisin des Bambous miocènes de l'Ardèche ; le *B. lugdunensis* abonde dans toutes les cinérites plaisanciennes du Cantal : à Niac, (LAURENT, 1908), à la Mougudo, (LAURENT, 1904-05), à Las Clausades, (MARTY, 1905), à Capels, (MARTY, 1904) ; SAPORTA et MARION le signalent dans le Pliocène moyen de Meximieux, LAURENT et MARTY (1927) dans le Pliocène supérieur de Cheylade, BOUT et MARTY (1936) dans le Villafranchien de Perrier près Issoire (Puy-de-Dôme) ; nous l'avons rencontré dans les cinérites pontiennes de l'Aubépin (Haute-Loire), (GRANGEON, 1952). Notons que les empreintes de Bambous trouvées dans ces divers gisements sont très voisines de celles de Rochessauve et de Pourchères.

LAURENT (1904-05, p. 101) rattache *B. lugdunensis* à l'actuel *Arundinaria japonica* Sieb., dont l'articulation des feuilles sur la gaine et la nervation rappellent celles de l'espèce fossile. Originale du Japon, *A. japonica*, qui peut supporter des gelées de -10° à -14° , fut rapporté en Europe par SIEBOLD en 1850.

Outre *B. lugdunensis*, les monocotylédones sont abondamment représentées à Rochessauve — un peu moins à Pourchères — par des empreintes aplaties, dont certaines mesurent 155 mm. de large. Trop imparfaites pour recevoir une détermination rigoureuse, elles représentent les plantes herbacées et les différents roseaux qui croissaient le long des eaux, elles sont d'ailleurs sans intérêt au point de vue stratigraphique.

L'abbé BOULAY (1887, p. 13) signale que la plupart de ces monocotylédones proviennent de Charay, est-ce une erreur de sa part ? nous l'ignorons ; en tout cas, tous les échantillons que nous avons eus en mains proviennent de Rochessauve ou de Pourchères. Le tripoli renfermant les empreintes fossiles a un aspect différent suivant le gisement, il est donc difficile de se tromper sur l'origine du lieu.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 94 (224), pl. 23, f. 8-16.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 51, pl. 1, f. 17-23.
 MARTY : 1904. Capels, p. 16, pl. 3, f. 1.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 99, pl. 9, f. 2.
 MARTY : 1905. Las Clausades, p. 7, pl. 2, f. 6-7.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 29.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 68, pl. 3, f. 1 ; pl. 15, f. 5.
 BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 30.
 GRANGEON : 1952. Aubépin, p. 40, pl. 1, f. 1, 2.

BETULACÉES

GENRE BETULA

Les feuilles de Bouleaux actuels sont très polymorphes et l'on rencontre de nombreuses formes de passage entre deux espèces voisines à tel point que, comme le note MARTY (1903, p. 23) « si l'on s'attachait à une forme vivante, il serait bien difficile de l'attribuer à une espèce plutôt qu'à une autre ». Ces difficultés sont encore accrues pour les empreintes fossiles toujours plus ou moins mutilées, et à moins qu'elle ne soit basée sur de nombreux échantillons, une spécification d'un organe foliaire de Bouleau est toujours plus ou moins aléatoire. On trouve heureusement à Charay, une grande quantité de feuilles appartenant sans conteste au genre *Betula*.

L'abbé BOULAY (1887, p. 14) avait cru reconnaître, parmi les feuilles fossiles de Charay, quatre espèces différentes : *B. macrophylla* Heer, *B. subpubescens* Goepp., *B. prisca* Ett., *B. Blancheti* Eng. Pour nous, après avoir cherché des termes de comparaison parmi les feuilles de Bouleaux actuels conservés dans les herbiers du Muséum de Paris, de l'abbé BOULAY et de M. le Chanoine DEPAPE, nous rattachons toutes les empreintes foliaires de ce genre, découvertes à Charay, à deux espèces : *B. macrophylla* Heer. et *B. subpubescens* Goeppert. L'étude des fruits nous montrera qu'il y avait plus de deux espèces de *Betula* dans les forêts mio-pliocènes du Vivarais, mais il est impossible, avec les seuls organes foliaires, d'en distinguer plus de deux. Nous rejoignons ainsi LAURENT et MARTY (1923, p. 18), qui citent DE SAPORTA (1888 b) et, comme lui, pensent que « les formes foliaires fossiles retracent deux types de Bouleau, l'un asiatique et gravitant autour des formes de *B. ulmifolia* (*B. bhojpattra*) et l'autre représentant, pendant les périodes géologiques, notre type de Bouleau blanc ».

***Betula macrophylla* Heer.**

(Pl.-texte III, fig. 5, 7, 9)

Gisement : Charay.

Les feuilles de cette espèce — dont trois seulement parmi les plus caractéristiques sont reproduites à la Pl.-texte III, fig. 5, 7, 9 — sont, en général, de grande taille ; l'une d'elles atteint 80 mm. de long sur 55 de large, la plus petite mesure 60 mm. sur 40. De forme largement ovale, elles sont arrondies, tronquées ou légèrement émarginées à la base et ont un sommet brièvement acuminé. Les nervures secondaires, au nombre de 10-11 paires, font un angle d'environ 60° avec la médiane, elles sont, en général, opposées ou subopposées, jusque vers le milieu du limbe ; parfois cependant, elles sont alternes (Pl.-texte III, fig 5). Les veines tertiaires sont transverses, fines, multipliées, légèrement courbes et réunies par de nombreuses anastomoses ; les bords sont doublement dentés à dents plus ou moins pointues, généralement étalées vers la base.

Nous rattachons *B. Blancheti* Engelh., que BOULAY signale à Charay, à *B. macrophylla*, car la spécification ne reposant que sur la forme, essentiellement variable chez les Bouleaux, ne nous semble pas une raison suffisante pour l'attribuer à une espèce distincte. D'ailleurs, au sujet de cette empreinte, dont le sommet fait défaut, l'abbé BOULAY (notes manuscrites), déclare : « qu'il paraît douteux que ce soit le vrai *B. Blancheti* ».

Parmi les Bouleaux actuels c'est *B. ulmifolia* Sieb et Zucc. (*B. bhojpattra* Wall.) (Pl.-texte III, fig. 10, 11) de Mandchourie et du Japon, qui paraît correspondre le mieux aux feuilles fossiles de *B. macrophylla*, tant par la forme générale du limbe, la denticulation, le nombre des nervures secondaires opposées ou subopposées et leur angle d'émergence. Mais les caractères foliaires de l'espèce vivante n'ont rien d'absolu : si, en effet, chez la plupart des feuilles les nervures secondaires sont opposées, elles sont alternes chez d'autres ; les dents sont élargies à leur base chez la plante cultivée au jardin botanique de l'Université Catholique de Lille (Pl.-texte III, fig. 11) alors qu'elles sont plus régulières et plus aiguës chez celle du Japon (Pl.-texte III fig. 10). Notons aussi que les feuilles d'Extrême-Orient ont une nervation tertiaire plus serrée que chez le *B. ulmifolia* du jardin botanique lillois.

Parmi les Bouleaux fossiles, proches des empreintes de Charay, citons : *B. macrophylla*, de l'Eocène d'Islande (HEER, 1868-83), *B. dryadum* Brongn., de l'Aquitainien d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b), (de forme un peu différente, cette espèce se rapproche de nos fossiles par sa nervation), *B. nepos* Sap., du Stampien de Manosque, (SAPORTA, 1891), bien que de petite taille et de forme plus arrondie, cette espèce, par le nombre et l'allure des nervures secondaires et par sa denticulation, est très proche de notre *B. macrophylla* Heer. DE SAPORTA le rattache d'ailleurs à l'actuel *B. bhojpattra* Wall., qui, pour certains auteurs, n'est qu'une variété de *B. ulmifolia*. Au Miocène inférieur, c'est le *B. Brongniartii* Ett., de Himmelsberg près Fulda, (ENGELHARDT, 1901) qui, bien que d'une forme plus elliptique, a, par sa nervation, certaines ressemblances avec les fossiles de Charay. Le *B. Blancheti*, de Seifhennersdorf (Saxe), (ENGELHARDT, 1870), est de forme plus ovale et plus brusquement acuminée, mais est voisin de nos empreintes par sa nervation.

Parmi les formes du Miocène supérieur, proches de celles de Charay, on peut citer : *Alnus macrophylla* Goepp., de Schossnitz, (GÖPPERT, 1855), qui ne se distingue pas essentiellement du *B. macrophylla* ardéchois et rappelle, par sa forme, certaines feuilles de *B. ulmifolia* ; il a d'ailleurs été comparé par plusieurs auteurs, par BOULAY, en particulier, à notre Bouleau fossile. *B. mioluminifera* Chaney et Hu, qui par sa forme, sa denticulation et sa nervation, présente une affinité réelle avec les empreintes de Charay que nous attribuons à *B. macrophylla* Heer. CHANEY et HU (1940) l'ont d'ailleurs rapproché de *B. luminifera* Winkler, espèce vivante du Centre, Sud-Ouest, Sud-Est et Sud. de la Chine (W.C. CHENG, 1939, p. 121).

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., I, p. 146, pl. 25, f. 11-19.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 104, pl. 6, f. 5).
 SAPORTA : 1891. Manosque, p. 54, pl. 13, f. 13.
 ENGELHARDT : 1901. Fl. von Himmelsberg, p. 266, pl. 1, f. 49.
 ENGELHARDT : 1870. Seifhennersdorf, p. 15, pl. 3, f. 18.
 GÖPPERT : 1855. Schossnitz, p. 12, pl. 4, f. 6.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 30, pl. 5, f. 5, 6 ; pl. 7, f. 1, 2, 3.

Betula subpubescens Goeppert

(Pl.-texte III, fig. 1, 2, 3, 4 et Pl. I, fig. 3)

Gisement : Charay.

Une série d'empreintes de Bouleau, très abondantes à Charay, comprend des feuilles de petite taille, oblongues, ou légèrement ovales-oblongues, subaiguës au sommet, à base souvent plus ou moins brièvement atténuée, parfois tronquée ou subarrondies. Les 6-7 paires de nervures secondai-

res sont fines et font, avec la médiane, chez la plupart des feuilles, un angle d'environ 50-55°, cependant chez certains spécimens (Pl.-texte III, fig. 2), cet angle est plus grand. Les nervilles tertiaires sont fines, transverses et fréquemment anastomosées entre elles.

Nous rattachons à *B. subpubescens* les feuilles que l'abbé BOULAY (1887, p. 14) attribuait à *B. prisca* Ett. et qui d'après lui sont « assez semblables à celles de *B. subpubescens*, mais nullement atténuées à la base, tronquées et même un peu émarginées. Le pétiole semble plus long et plus épais, la nerville médiane est plus ferme, les dents sont spiculées et à pointe partiellement étalée ». Cette spécification ne reposant que sur des caractères que l'on rencontre dans les variations d'une même espèce vivante, il nous paraît plus logique d'attribuer ces empreintes à *B. subpubescens*.

Comme son nom l'indique, cette espèce de Bouleau est rattachée par Goeppert à *B. pubescens* Ehrh. Ce rattachement nous paraît d'autant plus rationnel, que nous avons trouvé dans l'herbier général du Muséum de Paris, une série de feuilles de Bouleau pubescent identiques, quant à la forme, la nervation et la denticulation, aux empreintes de Charay. Si la majorité des feuilles ont, chez la plante vivante, comme chez la plante fossile, une base atténuée, un certain nombre ont, chez les deux espèces, une base arrondie ou cordiforme. On rencontre des feuilles qui, comme chez l'espèce fossile, possèdent des dents sensiblement égales, élargies à la base et d'autres chez qui elles sont plus aiguës et sous-dentées. Ainsi nous retrouvons au sein de l'espèce actuelle toutes les variations que l'on peut noter chez l'espèce fossile. Seul le nombre de nervures secondaires, 6-7 paires, semble être un caractère beaucoup plus constant, chez l'espèce vivante comme chez l'espèce fossile.

Le Bouleau pubescent est surtout un arbre de l'Europe septentrionale, il s'avance jusque vers le 71° de latitude nord, dépassant ainsi le Bouleau blanc, par contre il s'avance moins vers le Sud où il ne dépasse guère le 46°. On le trouve aussi en Italie du Nord, dans la région danubienne, et en quelques points dans les Pyrénées. Ce sont les bois humides et les terrains marécageux qui lui conviennent le mieux.

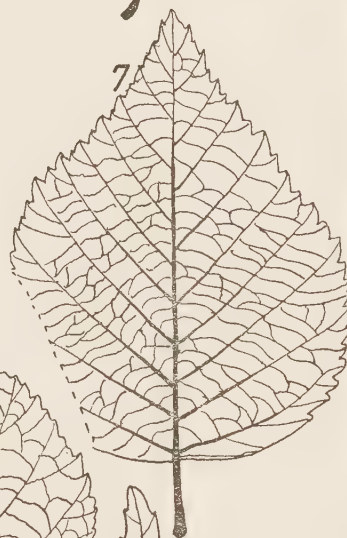
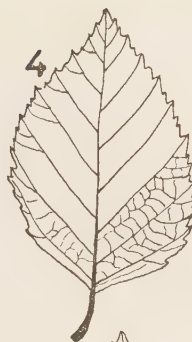
Remarquons avec LAURENT et MARTY (1923, p. 17) : « que les auteurs ont distingué deux formes, parfaitement nettes dans leurs termes extrêmes, mais qui ne doivent ces différences qu'aux conditions ambiantes très diverses auxquelles les Bouleaux verruqueux et pubescents se trouvent soumis en Europe. Ces deux formes ont entre elles de telles analogies, que LINNÉ, qui certainement les a connues l'une et l'autre, n'en a fait qu'une seule espèce sous le nom de *B. alba* et qu'en pratique forestière, on n'attache que peu d'importance à leur distinction ».

Nous aurions donc pu rattacher le *B. subpubescens* de Charay, à *B. alba* L. pris dans le sens large et dénommer ces empreintes *B. alba* L. *fossilis*, comme LAURENT (1923) le fait pour les Bouleaux fossiles de Reuver. Si nous lui avons conservé le nom paléontologique de *B. subpubescens*, c'est uniquement pour marquer leur identité avec l'espèce type créée par GÖPPERT (1855), pour les empreintes provenant de Schosnitz (Silésie), gisement du même âge que celui de Charay. Leur attribution à *B. subpubescens* entraîne, par le fait même, leur rattachement à l'actuel *B. pubescens*, attribution qui, nous l'avons vu, n'est pas simplement artificielle, mais repose sur une parenté réelle. D'ailleurs, puisque pour certains auteurs *B. pubescens* n'est qu'une variété de *B. alba*, notre Bouleau fossile est, par suite, rattaché comme variété à *B. alba fossilis*.

Si le genre apparaît dès le Crétacé du Dakota Group (U.S.A.), (LESQUEREUX, 1891) avec *Betulites denticulatus* Heer et, s'il est présent dans l'Eocène de Sézanne avec *B. ostryaefolia* Sap., ce n'est guère que dans l'Aquitaniens d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b), que nous trouvons des formes qui, comme *B. fraterna* Sap., se rapprochent de notre *B. subpubescens*. L'empreinte repré-

PLANCHE-TEXTE III

- 1, 2, 3, 4. — *Betula subpubescens* Gœpp., (Charay).
6. — *Betula pubescens* Ehrh., (Herbier Muséum de Paris).
8. — *Betula pubescens*, à base cordiforme, forêt de Haguenau, (Herbier Muséum de Marseille).
- 5, 7, 9. — *Betula macrophylla* Heer, (Charay).
10. — *Betula ulmifolia* Sieb. et Zucc., (Japon), (Herbier Muséum de Paris).
11. — *B. ulmifolia* Sieb. et Zucc., cultivé, (Jardin botanique Université Catholique de Lille).



2cm

sentée par DE SAPORTA est très voisine de celle que nous reproduisons (Pl.-texte III, fig. 1). Les *B. prisca* Ett., du Miocène inférieur de Rakovník et de Cernosice (Bohème), (NÈMEJC, 1949) sont très près du Bouleau fossile de Charay. Mais c'est surtout au Miocène supérieur et au Pliocène qu'apparaît en abondance le type des actuels Bouleaux européens. Nous rencontrons des feuilles identiques ou très proches de celles de Charay : dans le Miocène supérieur de Vienne (Autriche), (ETTINGSHAUSEN, 1851), de La Bourboule (Puy-de-Dôme), (MARTY et L. GLANGEAUD, 1936), de Joursac (MARTY, 1903). L'empreinte provenant de ce dernier gisement est très voisine de celle que nous reproduisons (Pl.-texte III, fig. I), elle fut attribuée, par MARTY, à *B. oxydonta* Sap., du Stampien de Manosque, bien qu'elle n'ait, comme les feuilles de *B. subpubescens* de Charay, que 6-7 paires de nervures secondaires, alors que les feuilles de Manosque en ont jusqu'à 10-11 paires. Par contre, comme nous l'avons déjà signalé, c'est avec les *B. subpubescens* Goëpp., *B. dryadum* Goëpp., *B. crenata* Goëpp., du Miocène supérieur de Schossnitz (GÖPPERT, 1855) que les empreintes de Charay ont le plus d'affinité.

Le *B. alba* du Pliocène de Varennes-lac Chambon (BOULAY, 1892), ne se distingue pas des feuilles que nous reproduisons. De taille un peu plus élevée que celle de nos feuilles fossiles, il correspond parfaitement à des empreintes plus grandes que nous n'avons pas dessinées. Dans le Plaisancien de Reuver (Hollande), nous trouvons toute une série de feuilles décrites et figurées par LAURENT et MARTY (1923), plusieurs d'entre elles sont identiques à celles de Charay. LAURENT les compare à *B. alba*, pris dans le sens large de l'espèce linéenne, c'est-à-dire en y comprenant *B. verrucosa* et *B. pubescens*. Enfin, la feuille provenant du Villafranchien de Perrier, reproduite par BOUT et MARTY (1936), est très proche de celles de l'Ardèche, MARTY la compare, avec raison, à *B. fruticosa* Pallas., voisin de *B. pubescens*.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc, nat. 5 s., t. 4, p. 108, pl. 6, f. 2).
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, I, p. 43 (121), pl. 14, f. 14-16.
 NÈMEJC : 1949. Fl. of Central Bohemia, p. 45, pl. 3, f. 7 ; pl. 9, f. 3.
 ETTINGSHAUSEN : 1851. Fl. v. Wien, p. 11, pl. 1, f. 15-17.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 21, pl. A, f. 6-10.
 GÖPPERT : 1855. Schossnitz, p. 11, pl. 3, f. 1, 2, 7, 9.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 55, pl. 1, f. 29.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 17, pl. 3, f. 9-11 ; pl. 4, f. 1-6.
 BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 24, pl. 2, f. 7.

ECAILLES FRUCTIFERES DE BETULA

Gisement : Charay.

Nous avons rencontré, dans le tripoli de Charay, deux sortes d'écailles fructifères de Bouleau. Ces organes sont, d'après HICKEL (1914, p. 40), de forme et de dimensions plus constantes que les graines et par suite plus caractéristiques de l'espèce.

Écailles aff. *B. globispica* Shirai

(Pl.-texte IV, fig. 18, 19, 21)

Nous n'avons retrouvé qu'une seule écaille appartenant à ce groupe, mais l'abbé BOULAY (notes manuscrites) en avait dessiné trois. Elles sont allongées et mesurent 10 mm. de long. La base, lar-

gement linéaire à bords parallèles, est allongée sur 5 mm., au-delà elle se partage en trois lobes dont les latéraux sont légèrement divergents et s'élargissent insensiblement vers le sommet, tout en restant obtus, ils sont notablement plus courts que le médian : lancéolé et obtus. Par leur forme et leurs dimensions, ces écailles ont une affinité très nette avec celles de l'actuel *B. globispica* Shirai qui croît dans les montagnes de Mitsumine, de Chuzenji, de Nautoisan, à Nikko (Japon).

Écaille aff. *B. utilis* Don.

(Pl.-texte IV, fig. 20)

Une autre empreinte, différente des trois précédentes, mesure 5,5 mm. de longueur totale ; elle possède une base de 2 mm. de long sur 1 mm. de large. De cette base partent trois lobes : un lobe médian de 3,5 mm. de long sur 1,5 mm. de large et deux lobes latéraux, très obliques par rapport au lobe central, et légèrement plus courts et moins larges que ce dernier. Tous ces lobes sont striés, à bords sensiblement parallèles et se terminent en pointe émoussée. La taille, et tous les caractères précités, rattachent cette écaille à celles de *B. utilis* Don. Ce Bouleau, mis en synonymie avec *B. bhojpattra* Wall. par C.K. SCHNEIDER (1906, I, p. 102), habite, comme ce dernier, l'Afghanistan, le Cachemire, l'Ouest du Thibet, la Chine centrale et le Japon. Ainsi les écailles fructifères des Bouleaux fossiles ardéchois, confirment l'affinité de ces derniers avec les Bouleaux asiatiques, affinité que nous avons déjà notée en comparant les empreintes foliaires aux espèces actuelles.

FRUITS DE BETULA

Gisement : Charay.

Les empreintes de graines ailées de Bouleau sont nombreuses à Charay. Malgré nos recherches dans les herbiers du Muséum de Paris, nous n'avons pas réussi à indiquer l'affinité de tous ces fruits.

Fruit aff. *B. Ermanii* de Chamisso

(Pl.-texte IV, fig. 11, 12)

Ce fruit est formé par une nucule de forme oblongue, à peine obovée, de 3,5 mm. à 4 mm. de long sur 1,8 mm. environ de large, la plus grande largeur de l'aile a lieu un peu au-dessus du milieu et atteint, dans un premier échantillon : 1,5 mm., de sorte que la largeur totale du fruit est de 5 mm. Une deuxième empreinte a 3,5 mm. de long et une largeur totale de 4 mm.

Par leur forme et leurs dimensions, ces samares sont à rapprocher de celles de *B. Ermanii* Cham. mis en synonymie par SCHNEIDER (1906, p. 106) avec *B. ulmifolia* S. et Z. Rappelons que *B. Ermanii* Cham. habite le Nord-Est de l'Asie et le Japon.

Fruit aff. *B. jackii* Sehr.

(Pl.-texte IV, fig. 13)

Cette samare possède une nucule obovale de 2,5 mm. de long sur 1,8 mm. de large. Les styles sont très courts, l'aile atténuée vers la base, a sa plus grande largeur un peu au-dessus du milieu

de la nucule, l'ensemble du fruit a 3,5 mm. de large. La forme et la taille rattachent ce fruit à ceux de *B. jackii* Sehr. qui, d'après SCHNEIDER (1906, p. 102), serait un hybride de deux Bouleaux du N.E des U.S.A. : *B. lenta* × *B. lutea*.

Betula aff. *B. Delavayi* Franchet

(Pl.-texte IV, fig. 14, 15)

Ce fruit a une nucule arrondie et atténuée vers le sommet, l'aile est si réduite qu'elle semble avoir disparu. Cette nucule mesure 2 mm. de long sur 1,80 mm. de large. Elle est en tous points semblable à celle de *B. Delavayi* Franchet, dont l'aile est réduite à un mince liséré sur les côtés de la nucule. On aperçoit même chez l'empreinte fossile, la petite cicatrice de base que l'on observe chez l'espèce vivante. D'autre part, les dimensions des nuckles de *B. Delavayi* sont identiques à celles du fruit fossile : 2 mm. de long et 1,80 mm. de large. Les échantillons que nous avons observés au Muséum furent cueillis sur un Bouleau, dans les forêts de Pins du Yunnan, à une altitude voisine de 3.000 mètres.

Betula aff. *B. luminifera* Winkler

(Pl.-texte IV, fig. 16)

Ce fruit a une nucule de forme oblongue, nullement obovée, de 3,5 mm. de long sur 1.5 mm. de large. L'aile est atténuée vers la base et dilatée vers le sommet où elle atteint 1,50 mm. de chaque côté, le fruit mesure au total 4 mm. de large. Cette samare, par sa forme et ses dimensions, se rattache à *B. luminifera* Winkler dont le fruit a des ailes qui, bien que de forme variable, sont en général atténuées vers la base et dilatées vers le sommet, comme chez l'espèce fossile. Les dimensions de la nucule sont les mêmes chez les deux espèces, seule la largeur de l'aile, un peu supérieure chez le Bouleau actuel, distingue le fruit de ce dernier de celui de la plante fossile ; cette légère différence n'est d'ailleurs qu'apparente, puisque le côté gauche de l'aile, chez l'empreinte fossile, est tronqué, par l'échantillonnage d'environ 1/2 mm.

B. luminifera Winkler habite actuellement la Chine, dans les provinces du Tché-kiang, du Ngan-hoei, du Kiang-si, du Hou-nan, du Hou-pé, du Sé-tchouan, du Koei-tchéou, du Yunnan. Au Sé-tchouan on le rencontre entre 1.000-2.200 m. ; au Si-kang entre 1.000-2.200 m. également (W.C. CHENG, 1939, p. 121).

Outre ces quatre samares de Bouleau, que nous avons pu rapprocher de certaines espèces vivantes, nous avons trouvé au moins quatre autres samares différentes, dont, faute de termes de comparaison, nous n'avons pu établir l'affinité exacte. Deux d'entre elles sont reproduites (Pl.-texte IV, fig. 9, 10). Il y avait donc, au Miocène supérieur, au moins une dizaine d'espèces de Bouleaux, c'est dire la variété de la forêt qui couvrait alors les sommets et les flancs des montagnes cévenoles.

Malgré cette variété, nous n'avons trouvé que deux formes bien distinctes par leurs feuilles. Comme il est parfois difficile de saisir les caractères foliaires spécifiques entre plusieurs espèces de *Betula*, il est fort possible que les empreintes que nous avons groupées sous les noms de *B. macrophylla* et de *B. subpubescens* représenta, en réalité, plus de deux espèces du genre Bouleau. Notons, à ce propos, que *B. prisca* Ett., dont les empreintes foliaires ne se distinguent de celles de *B. subpubescens* Goëpp. que par des variations de forme qui ne dépassent pas celles que l'on rencontre au

sein d'une même espèce actuelle, est rapproché par ETTINGSHAUSEN et HEER, des actuels *B. utilis* Don. et *B. Ermanii* Cham. Les samares et écailles fructifères que nous avons comparées à celles de ces deux dernières espèces, doivent vraisemblablement appartenir aux Bouleaux que nous avons rattachés, d'après leur feuillage, à *B. subpubescens*.

Remarquons, d'autre part, que le nombre de samares, plus élevé que celui des empreintes foliaires, peut s'expliquer par leur facilité de transport par le vent. Celles des Bouleaux croissant sur des sommets éloignés, ont pu atteindre les eaux du lac, tandis que seules les feuilles des arbres poussant non loin du rivage se sont déposées dans ces mêmes eaux.

Les empreintes fossiles d'écailles et de fruits de *Betula* n'ont été que rarement décrites et comparées aux espèces actuelles. Mrs REID (1915) signale la présence, dans le Pliocène inférieur de Swalmen (Limbourg hollandais), de bractées fructifères voisines de celles de *B. ulmifolia* et un fruit voisin de celui de *B. Delavayi*. Le même auteur (1923) décrit une samare, qu'il rapproche de *B. luminifera*, cette samare fut trouvée dans le Plaisancien du Pont de Gail (Cantal).

Rappelons que *B. mioluminifera* Chaney et Hu, a été découvert dans le Miocène supérieur du Chan-toung (Chine) et que CHANEY et HU (1940) le rattachent à l'actuel *B. luminifera* Winkler. Une feuille, trouvée dans le Miocène de Blue Mountains (Oregon), U.S.A., est aussi rapprochée par E. OLIVER (1934) de l'actuel *B. luminifera*.

Enfin, des fruits de Bouleau très voisins des empreintes de Charay, ont été signalés dans l'Eocène de l'Islande, par HEER (1868-83) et dans l'Aquitaniien d'Armissan (Aude), par DE SAPORTA (1865 b). Ces auteurs les comparent d'ailleurs, le premier, à *B. bhojpattra* Wall. et le deuxième, à *B. bhojpattra* et à *B. lutea* Michx.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. Foss. arct., I, p. 148, pl. 25, f. 26.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 109, pl. 6, f. 2).
 E.M. REID : 1915. Dutch Pr. Border, p. 75, pl. 4, f. 37, 38.
 E.M. REID : 1923. Pont de Gail (Bull. Soc. Géol. de Fr., 4 s., t. 23, p. 316).
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 30, pl. 5, f. 5, 6 ; pl. 7, f. 1-3 ; pl. 9, f. 1.
 E. OLIVER : 1934. A. Mioc. Fl. fr. the Blue Mountains, p. 18, pl. 3. f. 5.

GENRE ALNUS

Alnus aff. *A. nepalensis* Don.

(Pl.-texte XXVI, fig. 5, Pl. I, fig. 8)

Gisement : Rochessauve.

Une empreinte légèrement mutilée au sommet, trouvée au Ranc, représente une feuille à base subcordée, à pétiole d'environ 17 à 18 mm. et dont le limbe mesure 6 cm. de long sur 41 mm. de large. La denticulation, bien visible sur la moitié antérieure de la partie droite du limbe, est formée de dents simples, au nombre de deux ou trois entre chaque nervure secondaire ; le contour est entier sur la moitié postérieure du limbe. Les nervures secondaires, au nombre de dix paires, présentent un angle d'émergence qui, sensiblement droit pour les basilaires, devient de plus en plus aigu à mesure que l'on se rapproche du sommet. Ces nervures secondaires présentent une légère courbature marginale et, quelques-unes, une deuxième en sens inverse en leur point d'insertion sur

la médiane, de sorte qu'elles ont vaguement la forme de la lettre S majuscule. Les nervilles tertiaires, subparallèles entre elles courent d'une secondaire à l'autre, elles sont simples ou bifurquées.

A première vue cette feuille fossile rappelle, par sa forme, celles de l'actuelle *A. cordata* Desf. (*A. cordifolia* Ten.) (Pl.-texte XXVI, fig. 9). Mais un examen attentif fait ressortir des différences notables entre la plante fossile et l'espèce vivante. La denticulation, chez *A. cordata*, moins grossière dans la moitié inférieure du limbe s'étend sur tout le pourtour de ce dernier, tandis que chez l'empreinte fossile elle n'occupe que la moitié antérieure. De plus, le nombre des nervures secondaires ne dépasse pas 7-8 paires chez *A. cordata*, alors qu'il est de 10 paires dans notre échantillon. D'autre part, les nervures secondaires, chez l'espèce actuelle, ne s'incurvent pas pour se confondre avec le bord du limbe, mais elles rejoignent les dents, soit directement, soit en émettant des bifurcations ; l'espace entre les deux premières paires de basilaires est aussi plus petit chez *A. cordata* que chez l'espèce fossile.

La forme et la denticulation d'*A. elliptica* Req. — considérée comme hybride entre *A. glutinosa* L. et *A. cordata* Desf. — sont aussi très proches de celles de l'empreinte de Rochessauve. Mais, chez cet Aulne actuel, le nombre des nervures secondaires ne dépasse pas huit paires ; de plus, elles s'insèrent sur la médiane sous un angle plus petit que celles de l'empreinte fossile, elles ne s'incurvent pas non plus, du moins chez les échantillons que nous avons observés, pour rejoindre les bords du limbe. Il est vrai que LAURENT et MARTY (1923) rattachent à *A. elliptica* une empreinte du Plaisancien de Reuver qui, à la denticulation près, est identique à celle de Rochessauve. Ils reproduisent (1923, Pl. V, fig. 4) la feuille d'*A. elliptica*, provenant de l'herbier de Kew, à laquelle ils assimilent l'empreinte de Reuver. Cette feuille, si par l'ensemble de sa nervation concorde avec notre empreinte fossile, s'en éloigne par deux paires de nervures secondaires en moins. Il est à noter que LAURENT, qui ne rapprochait ses spécimens fossiles des plantes actuelles qu'après les avoir minutieusement comparés dans les plus petits détails, ne mentionne pas que l'empreinte de Reuver possède trois paires de nervures secondaires en plus que la feuille d'*A. elliptica* à laquelle il la compare ; il conclut tout de même que : « la base, l'écartement des nervures, la denticulation, l'angle d'émission des nervures secondaires, la manière d'être des secondaires vis-à-vis de la marge, tout concorde dans ces organes ». Nous serons moins affirmatif, et nous nous contenterons de signaler qu'entre l'empreinte de Rochessauve et les feuilles de l'actuelle *A. elliptica*, il y a des analogies, mais non identité.

Parmi les échantillons des diverses espèces d'*Alnus* vivantes que nous avons examinées dans les herbiers du Muséum, nous avons rencontré un rameau d'*A. nepalensis* Don, qui avait des feuilles très voisines de notre empreinte fossile. En effet, ces feuilles possèdent dix paires de nervures secondaires qui s'incurvent avant d'atteindre le bord du limbe, de sorte que les nervilles tertiaires, vers le bord du limbe ont, comme chez l'espèce fossile, tendance à devenir horizontales, tout en restant perpendiculaires à la nervure secondaire. De plus, la denticulation, simple, est moins accusée dans la moitié inférieure du limbe où elle disparaît même totalement, chez quelques spécimens, comme chez notre empreinte fossile. C'est avec certains échantillons d'*A. nepalensis* Don. que l'empreinte de Rochessauve, par sa forme, le nombre des nervures secondaires et leur façon de s'insérer sur les bords du limbe, et par la denticulation, nous paraît avoir le plus d'affinité. Il faut noter cependant que, dans l'ensemble, la forme des feuilles d'*A. nepalensis* est différente de celle de notre *Alnus* fossile, la plupart ont, en effet, une base atténuée en coin ; mais l'on rencontre des formes, moins nombreuses il est vrai, qui ont une base cordiforme comme celle de l'espèce fossile de Rochessauve.

A. nepalensis habite le Sikkim, le Népal, le Bengale oriental. Les échantillons que nous avons examinés avaient été recueillis surtout dans le Yunnan, à des altitudes de 1.000 à 1.500 m., quelques-uns provenaient du Tonkin (Lao-Kay : altitude 1.500 mètres), du Laos (Louang-Prabang), d'autres des provinces chinoises du Sé-tchouan et du Kouéi-tchéou. Cet Aulne, d'après MOUILLEFERT (1892-98), craindrait les grands froids du climat parisien.

Parmi les espèces fossiles voisines de l'empreinte que nous étudions, outre celle de Reuver, il faut signaler celles du Plaisancien de Podgumer près Sofia, attribuées par STEFANOFF et JORDANOFF (1935) à *A. subcordata* C.A. Mey. Par leur base subcordée, les premières paires de nervures secondaires arquées en forme d'S et se détachant de la médiane sous un angle voisin de 90°, ces empreintes ont quelques liens de parenté avec celle de Rochessauve. Certaines formes d'*A. latior* Sap., du Stampien de Manosque, (SAPORTA, 1891), par leur denticulation, l'allure et le nombre des nervures secondaires sont aussi très proches de notre *Alnus*. C'est d'ailleurs à une espèce du Yunnan, voisine d'*A. nepalensis* Don, que SAPORTA compare son *A. latior*.

BIBLIOGRAPHIE

- LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 19, pl. 5, f. 3-4.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 33, fig.-texte 33, pl. 8, f. 1-3.
 SAPORTA : 1891 : Manosque (Mém. Soc. Géol. de Fr., n° 9, p. 49, pl. 13, f. 6-7).
 MOUILLEFERT : 1892-98, II, p. 1133.

***Alnus Kefersteinii* Unger.**

(Pl.-texte, IV, fig. 2)

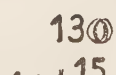
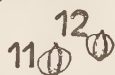
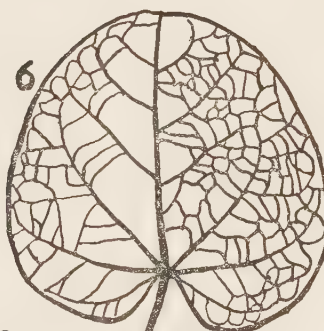
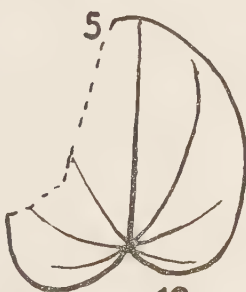
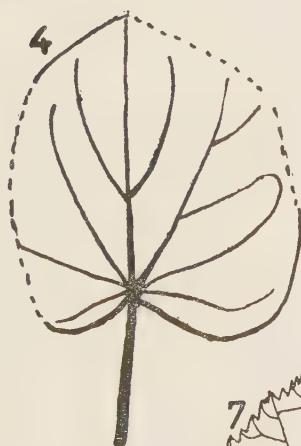
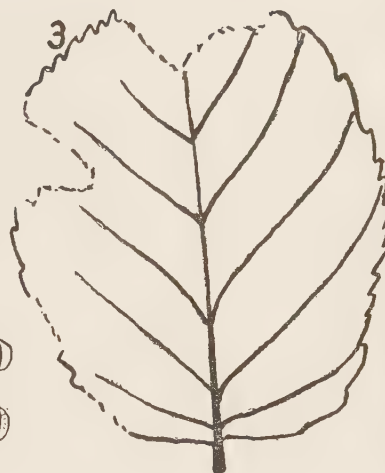
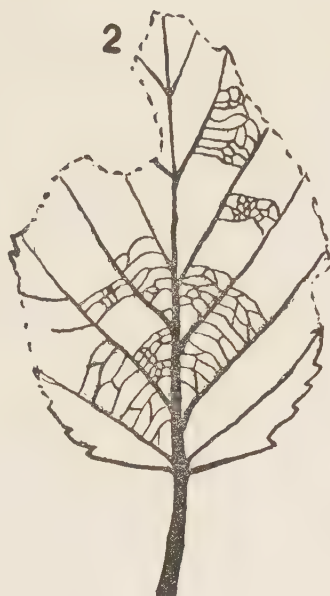
Gisement : Rochessauve.

Une empreinte foliaire, provenant de Rochessauve, correspond, bien qu'ayant un pétiole plus large, à la description et au dessin qu'UNGER (1847) donne d'*Alnus Kefersteinii* Unger. Cette empreinte, en partie mutilée, mesure 60 mm. de long sur 42 de large. De forme ovale suborbiculaire, elle a une base tronquée et subarrondie. Le bord du limbe n'est pas conservé, sauf vers le tiers inférieur, où il est muni de quelques dents régulières et peu profondes. La nervure médiane est forte et aboutit à un pétiole robuste de 17 mm. de long. Les nervures secondaires conservées, sont au nombre de six, mais la feuille entière devait avoir une nerville supplémentaire vers le sommet. Ces nervures secondaires, bien marquées, se détachent parfois insensiblement de la médiane en se recourbant légèrement. Leur angle d'insertion est voisin de 60° pour celles de la base et proche de 45° pour celles du sommet. Les nervures tertiaires courent d'une secondaire à l'autre, soit directement, soit en se bifurquant. Le réseau de quatrième ordre est régulier et formé de mailles le plus souvent pentagonales ou quadrangulaires.

UNGER rapproche *A. Kefersteinii* des actuels *A. serrulata* Willd. et *A. cordifolia* Ten. Mais *A. serrulata* possède 9-10 paires de nervures secondaires, tandis que l'empreinte fossile n'en possède que six paires ; de plus, chez *A. cordifolia* les nervures secondaires forment, avec la médiane, des angles plus grands que chez *A. Kefersteinii*. Il semble que ce soit avec *A. tenuifolia* Nutt. (Pl.-texte IV, fig. 7), qui croît dans la région de Philadelphie, qu'*A. Kefersteinii* présente, par sa nervation, le nombre de nervures secondaires et sa forme générale, le plus d'affinité. Notons toutefois qu'*A. tenuifolia* a une denticulation plus serrée que celle d'*A. Kefersteinii*.

PLANCHE--TEXTE IV

1. — *Alnus* sp., (Charay).
2. — *Alnus Kefersteinii* Ung., (Rochessauve).
3. — *A. Kefersteinii* Ung., (Bilin).
- 4, 5. — *Cercis siliquastrum* L., (Charay).
6. — *C. siliquastrum* L., (Herbier Boulay).
7. — *Alnus tenuifolia* Nutt., (Herbier Muséum de Paris).
8. — *A. acuminata* H. B. K., Mexique, (Herbier Muséum de Paris).
- 9, 10. — *Betula* sp., (Charay).
- 11, 12. — *Betula* aff. *B. Ermanii* Cham., (Charay).
13. — *Betula* aff. *B. jackii* Sehr, (Charay).
14. — *Betula* aff. *B. Delavayi* Franchet, grossissement 2, (Charay).
15. — Id., grandeur naturelle.
16. — *Betula* aff. *B. luminifera* Winkler, (Charay).
17. — *Alnus* sp., fruit, (Charay).
- 18, 19, 21. — *Betula* aff. *B. globispica* Shirai, écailles, (Charay).
20. — *Betula* aff. *B. utilis* Don., écaille, (Charay).



2cm

Une autre empreinte foliaire (Pl.-texte IV, fig. 1), originaire de Charay, dont le pétiole et l'extrême sommet font défaut, présente bien certaines analogies avec *A. Kefersteinii*, mais ne saurait être identifiée avec cette dernière espèce.

De forme régulièrement oblongue, également atténuée vers les deux extrémités, elle mesure 75 mm. de long sur 35 de large. Le contour est garni, dès la base, de dents subobtus, bien marquées, conniventes, presque égales. Elle possède 9-10 paires de nervures secondaires régulièrement courbées et ascendantes, qui se terminent directement au sommet des dents principales tandis que de petites ramifications rejoignent les deux ou trois dents intermédiaires. Les nervures tertiaires, parallèles entre elles, sont perpendiculaires aux secondaires. Le réseau ultime est formé de petites mailles, brièvement polygonales.

La forme générale et la denticulation rapprochent cette empreinte de l'*A. Kefersteinii* var. *longifolia* de HEER (1869 a), laquelle s'éloigne beaucoup du type de l'espèce. Il convient d'ajouter que l'empreinte de Charay est plus régulièrement oblongue, plus atténuée vers la base et le sommet et qu'elle possède une paire de nervures secondaires de plus qu'*A. Kefersteinii* var. *longifolia* Heer.

Parmi les espèces actuelles, ce sont les feuilles d'*A. acuminata* H.B.K. (Pl.-texte IV, fig. 8), du Mexique, qui nous paraissent, par la nervation et l'allure générale, se rapprocher le plus de cette empreinte, bien que la feuille de Charay ait des dents plus grossières et des sinus plus profonds.

Nous sommes en présence d'une feuille qui se rattache au genre *Alnus*, mais pour laquelle il est difficile de découvrir des caractères spécifiques présentant une analogie parfaite avec les espèces fossiles ou actuelles. D'aucuns y auraient vu une espèce nouvelle, la constatation de légères variations foliaires, sur un exemplaire unique, ne nous paraît pas constituer une raison suffisante pour la création d'une nouvelle espèce, puisque dans la nature actuelle on rencontre de telles variations sur un même arbre.

HEER (1868-83) a décrit, sous le nom d'*A. Kefersteinii* des empreintes ressemblant étonnamment aux feuilles d'*A. glutinosa* Gærtn., provenant de l'Eocène de l'Alaska et du Spitzberg. L'empreinte décrite et figurée par UNGER (1847), si voisine de celle de Rochessauve, fut découverte dans le Miocène inférieur de Bilin (Bohême), le même auteur signale *A. Kefersteinii* dans le Burdigalien de Sagor (Carniole), tandis que P. MARTY (1903) rapproche une feuille du Pontien de Joursac (Cantal), de l'*A. Kefersteinii* du Pliocène de Monjajone (Toscane), (GAUDIN, 1858) et de l'actuel *A. glutinosa*.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1847. *Chloris Protg.*, p. 115, pl. 33, f. 4.
 HEER : 1869 a. *Mioc. Balt. Fl.*, p. 68, pl. 19, f. 9.
 HEER : 1868-83. *Fl. foss. arct.*, I, *Fl. v. Spitzb.*, p. 159, pl. 30, f. 5 ; pl. 31, f. 4 a.
 HEER : 1868-83. — *Fl. foss. arct.*, II, *Fl. foss. Alaska*, p. 28, pl. 3, f. 7-8.
 HEER : 1868-83. *Fl. foss. arct.*, II, *Fl. foss. Spitzb.*, p. 56.
 MARTY : 1903. *Joursac*, p. 27, pl. 2, f. 2 ; pl. 3, f. 7-8.
 GAUDIN et STROZZI : 1858. *Mém. I.*, Toscane, p. 30, pl. 2, f. 7-9 ; pl. 4, f. 6.

CORYLACÉES

GENRE CARPINUS

Carpinus suborientalis Saporta

(Pl.-texte V, fig. 1-13 et Pl. I, fig. 6, 9, 10)

Gisements : Rochessauve, Charay.

D'après LAURENT (1904-05) « la spécification du genre *Carpinus*, quand il s'agit seulement de feuilles, repose sur des caractères si changeants et les formes d'une même espèce sont si fugaces, qu'on court grand risque d'étayer un rapprochement sur des bases chancelantes ».

L'abbé BOULAY (1887, p. 15), se basant uniquement sur des variations foliaires avait cru reconnaître à Charay et à Rochessauve : *C. pyramidalis* Heer, avec trois formes de feuilles, *C. Neilreichii* Kov., *C. orientalis* Gaudin, *C. minor* Wessel et Webber. En compulsant ses notes manuscrites, postérieures à sa publication sur la flore des environs de Privas, nous n'avons pas retrouvé trace de *C. minor* Wessel et Webber, mais nous avons constaté qu'il attribuait à *C. pyramidalis* et à *C. Neilreichii*, en les groupant en plusieurs variétés toutes les empreintes foliaires de Charay et de Rochessauve.

Par suite de la présence, dans ces mêmes gisements, de plusieurs empreintes d'involucres de *C. orientalis*, nous pensons que toutes les empreintes foliaires de Charmes peuvent être rattachées à cette espèce, en lui conservant toutefois, sa dénomination paléontologique de *C. suborientalis* Sap., pour marquer tout ce que ce type a en lui de synthétique, devant l'impossibilité où l'on se trouve, de distinguer entre elles les feuilles des diverses espèces de Charmes.

Les feuilles de ce genre sont très nombreuses à Charay et à Rochessauve et présentent des formes et des tailles diverses qui vont nous permettre de distinguer plusieurs variétés :

Première variété. Nous groupons dans cette variété de grandes feuilles mesurant 7 à 10 centimètres de long sur 25 à 30 mm. de large, atténuées à la base, longuement acuminées au sommet, doublement dentées, comptant 17 à 20 paires de nervures secondaires qui font un angle de 40 à 45° avec la médiane : c'est le *C. pyramidalis* de HEER, la forme *typica* de BOULAY.

La deuxième variété comprend des feuilles qui ont une allure générale identique aux précédentes, mais de taille plus petite. Elles mesurent 4 à 5 cm. sur 15 mm. de large et possèdent 10 à 12 paires de nervures secondaires. Elles correspondent à la forme *parvifolia*, de BOULAY, et au *C. pyramidalis* Ett, trouvé à Bilin.

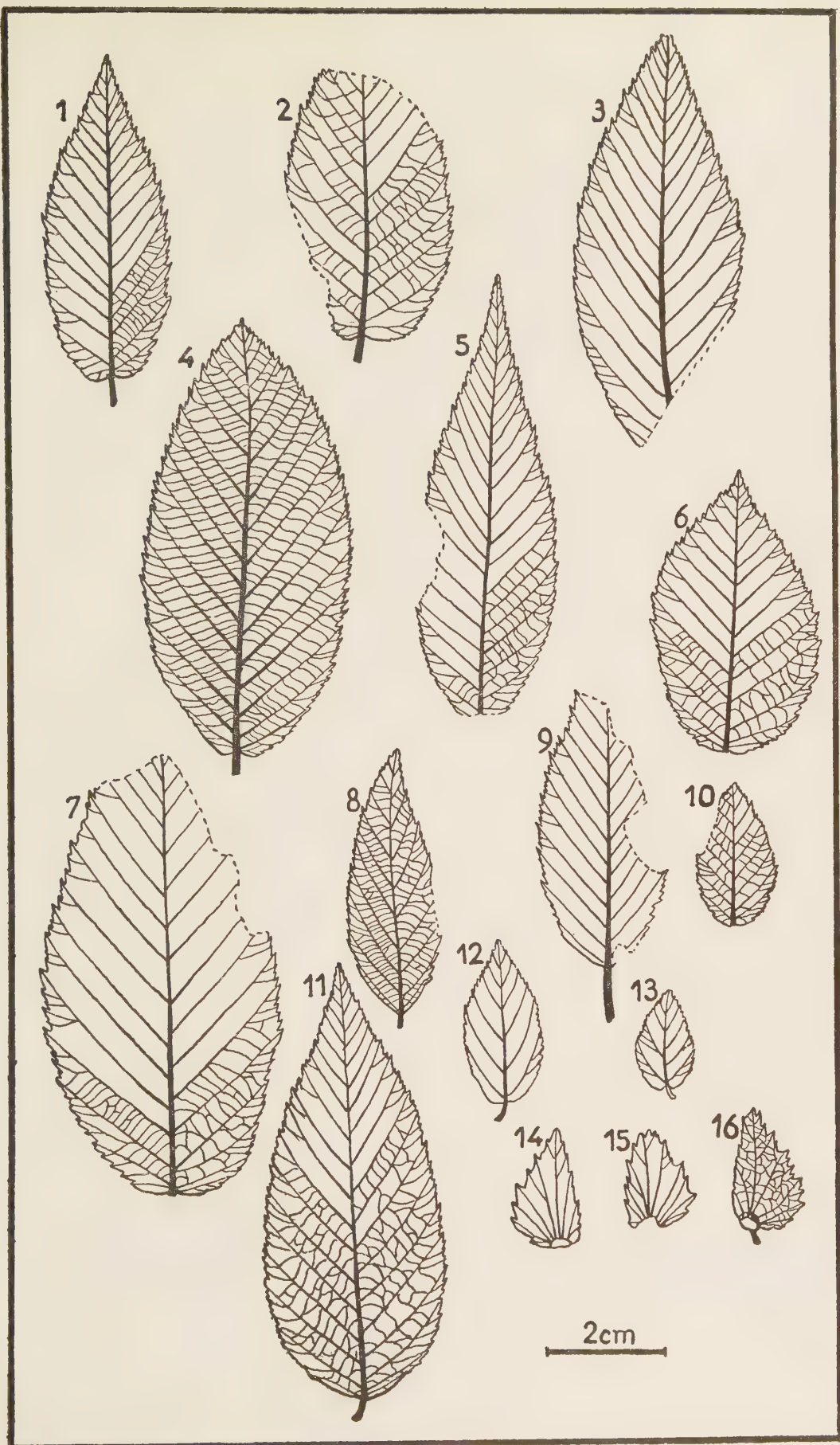
Enfin, nous classerons dans une *troisième variété* des feuilles de taille diverse, mais de forme plus ovale, subaiguës ou brièvement acuminées au sommet, à base plus cordiforme. Elles correspondent à la forme *ovalis* de BOULAY et au *C. Neilreichii* Kov., découvert à Erdöbénye.

Bien que nous ayons essayé de grouper en trois variétés les feuilles des Charmes de Charay et de Rochessauve, il serait téméraire d'établir une coupure très nette entre chacun de ces groupements : il y a en effet des formes qui ont des caractères que l'on retrouve dans l'une ou l'autre catégorie, c'est dire la difficulté que l'on éprouve de classer les feuilles du genre *Carpinus*.

C. suborientalis, variété *pyramidalis*, a été rencontré dans le Miocène supérieur d'Oehningen, HEER (1854-59), dans le Pliocène inférieur de Montajone (Toscane), GAUDIN (1858), bien que

PLANCHE-TEXTE V

1. — *Carpinus suborientalis* Sap., (Charay). Forme intermédiaire entre la 2^e et la 3^e variété.
- 2, 4, 6, }
10, 12, 13. } *C. suborientalis*, 3^e variété, (Charay).
- 3, 5, 7, 11. — *C. suborientalis*, 1^{re} variété *typica*, (Charay).
- 8, 9. — *C. suborientalis*, 2^e variété *parvifolia*, (Charay).
14. — *C. orientalis* Mill., fruit, (Rochessauve).
- 15, 16. — *C. orientalis* Mill., fruits, (Charay).



le fruit dessiné par GAUDIN appartienne plutôt à *C. betulus* L., espèce dont il diffère cependant par une nucule plus petite. Des feuilles semblables à la deuxième variété de *C. suborientalis*, se rencontrent dans le Miocène inférieur de Bilin, ETTINGSHAUSEN (1866), dans le Pontien de Joursac, MARTY (1903), de même la feuille de *C. orientalis* du Pliocène inférieur de Varennes, représentée par l'abbé BOULAY (1892), ressemble, quoique de taille plus élevée, à celles de Charay et de Roches-sauve; d'ailleurs des fruits identiques aux nôtres ont été recueillis à Varennes. Les feuilles de notre troisième variété rappellent celles du Miocène moyen d'Erdöbénye, KOVATS (1856 a) et celles de *C. orientalis* du Pliocène inférieur de Toscane, GAUDIN (1860).

DE SGPORTA, (in BOULE, 1892), signale *C. suborientalis* dans le Pontien de l'Aubépin, de Gourgouras (Ardèche) et du Monastier (Haute-Loire). Nous avons nous-même (1953) trouvé des involucre de *C. orientalis* dans les argiles de Gourgouras. Les feuilles de *C. suborientalis*, espèce synthétique des Cinérites plaisanciennes de la Mougudo et de Saint-Vincent (Cantal), représentées par LAURENT (1904-05) reproduisent les caractères des différentes variétés de celui des gisements ardéchois. D'ailleurs, d'après DE SAPORTA (1876), « le *C. suborientalis* Sap. dont les feuilles et les involucre abondent dans le Cantal et la Haute-Loire, sert de lien entre *C. orientalis* Mill., le *C. betulus* L. et le *C. pyramidalis* Goepp, forme miocène dont il s'écarte à peine, si l'on considère cette forme à Schossnitz, dans le Miocène supérieur, mais dont il s'écarte davantage, si l'on s'attache aux exemplaires déjà plus anciens de ce même *C. pyramidalis* dans la Molasse suisse ».

Comparées aux Charmes actuels, les feuilles de *C. suborientalis* sont proches de celles de *C. orientalis* Miller (Pl.-texte VI, fig. 8), espèce méditerranéenne du Sud-Est de l'Europe et de l'Asie mineure. Elles présentent, d'autre part, des liens de parenté très marqués avec certains Charmes d'Extrême-Orient tels que : *Carpinus japonica* Blume (Pl.-texte VI, fig. 9) que l'on rencontre, en particulier dans la région de Yokoama, et dont les feuilles rappellent, par l'acuminure du sommet et le nombre des nervures secondaires, celles de la première variété de notre *C. suborientalis*. Cependant, la denticulation semble plus grossière chez l'espèce du Japon, que chez l'espèce fossile.

Bien que l'involucre soit plus régulièrement ovale, les fruits de *C. japonica* Bl. (Pl.-texte VI, fig. 16) rappellent les empreintes fossiles d'organes identiques, trouvés soit à Charay, soit à Roches-sauve, et que nous attribuons à *C. orientalis* Mill. L'involucre du Charme japonais est, en effet, comme chez l'espèce fossile, formé d'un seul lobe inéquilatéral, possède une denticulation bien marquée et une nucule de même taille et de même forme que celle de nos échantillons. La nervation diffère légèrement; les nervures principales en nombre sensiblement égal, émettent, chez *C. japonica*, quelques rares nervures secondaires se rendant aux dents, tandis que chez *C. orientalis* (Pl.-texte V, fig. 14, 15, 16; pl.-texte VI, fig. 15), des nervures secondaires aussi fortes que les nervures principales se détachent de ces dernières pour aboutir aux dents.

Carpinus Tartannowii Hance (Pl.-texte VI, fig. 12, 13), a des feuilles qui, par leur allure générale, le nombre des nervures secondaires, leur angle d'insertion sur la médiane, s'apparentent aux feuilles de *C. suborientalis* que nous classons dans la deuxième variété.

Par la forme de leur involucre les fruits de cette espèce se rapprochent de ceux de *C. orientalis*, mais ces involucre sont de taille plus petite et n'ont que cinq nervures tandis que ceux de *C. orientalis* en possèdent 7-8.

Nous avons trouvé, chez *Carpinus yedoensis* Maxim. (Pl.-texte VI, fig. 11) des feuilles brièvement acuminées au sommet, subovales, à base le plus souvent élargie, que nous pourrions rapprocher, par leur allure générale et le nombre de leurs nervures secondaires, des feuilles de notre troisième variété de *C. suborientalis*. Mais, ces caractères de forme, essentiellement variable au sein

d'une même espèce, ne nous permettent pas de conclure à l'identité de ces deux Charmes ; d'autant plus que les involucre de *C. yedoensis* ne sont dentés que sur le côté du lobe élargi, l'autre côté étant droit et entier, ces deux caractères les distinguent nettement de ceux de *C. orientalis* Miller.

BIBLIOGRAPHIE

- LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 125, pl. 10, f. 3 ; pl. 11, f. 7-8.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., III, p. 177, pl. 150, f. 27-28.
 GAUDIN : 1858. Toscane, 1^{er} Mém., p. 30, pl. 4, f. 9, 10.
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, I, p. 49, pl. 15, f. 6-9.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 28, pl. 4, f. 1, 2.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 56, pl. 3, f. 1.
 KOVATS : 1856. Erdöbénye, p. 23, pl. 4, f. 4.
 GAUDIN : 1860. Fl. foss. des Trav. toscans, 4^e Mém., p. 20, pl. 1, f. 9-13.
 SAPORTA in BOULE : 1892. Description géologique du Velay, p. 117.
 SAPORTA et MARION : 1876. Fl. de Meximieux, p. 67.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras, (B.S.G.F., (6), III, p. 310, pl. 1, f. 15-21.

Carpinus orientalis Miller

(Pl.-texte V, fig. 14, 15, 16 ; Pl.-texte VI, fig. 15)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Nous possédons de Charay et de Rochessauve plusieurs involucre, longs de 20 à 22 mm., larges de 10 à 12 mm. ; ils sont sans doute infléchis sur les bords et ne laissent voir qu'imparfaitement les lobes latéraux. Ces lobes latéraux sont ici à peine esquissés et non profondément divisés comme chez *C. betulus* L., de sorte que l'involucre paraît être formé par un lobe obliquement oval et inéquilatéral. Les bords du lobe médian sont vivement dentés, surtout du côté oblique. Les nervures au nombre de 8 à 9, distinctes jusqu'à la base sont bien visibles. La nucule est ovale et mesure 3 mm. dans la plus grande dimension et 2 mm. dans l'autre. Ces involucre correspondent parfaitement à ceux trouvés dans le Miocène moyen d'Erdöbénye par KOVATS (1856 a), dans le Pontien de Joursac par MARTY (1903) et dans le Pliocène de Varennes par l'abbé BOULAY (1892). Le premier auteur les attribue à *C. Neilreichii* Kov., tandis que les deux autres les identifient à l'actuel *C. orientalis*. Ceux de Charay et de Rochessauve se rattachent aussi par tous leurs caractères à cette dernière espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- KOVATS : 1856 a. Erdöbénye, pl. 4, f. 1-3.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 29, pl. 4, f. 5-6.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 56, pl. 3, f. 5, 6, 7.

GENRE OSTRYA

Ostrya Atlantidis Unger

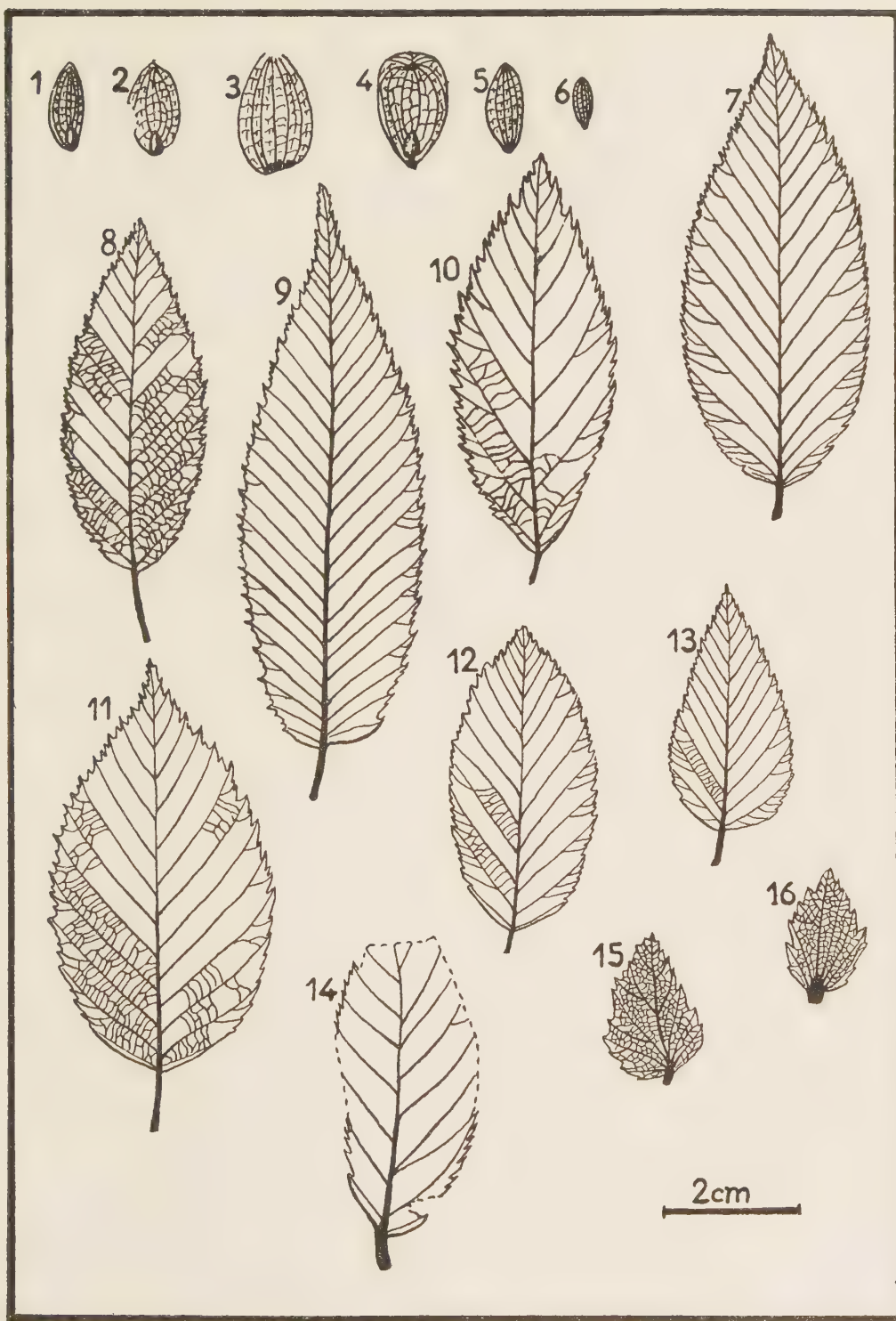
(Pl.-texte VI, fig. 1-6)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Les schistes à Diatomées de Rochessauve et de Charay ont livré plusieurs involucre d'*Ostrya*. Quatre d'entre eux, sensiblement de même forme et de même taille, mesurent 15-17 mm. de long

PLANCHE-TEXTE VI

- 1, 2, 3, 4. 6. — *Ostrya Atlantidis* Ung., fruits, (Rochessauve).
5. — *O. Atlantidis*, fruit, (Charay).
7. — *O. carpinifolia* Scop., (Herbier Boulay).
10. — *O. virginica* Willd., (Herbier Muséum de Paris).
8. — *Carpinus orientalis* Mill., (Roumanie), (Herbier Muséum de Paris).
9. — *C. japonica* Bl., (Herbier Muséum de Paris).
11. — *C. yedoensis* Maxim., (Japon), (Herbier Muséum de Paris).
- 12, 13. — *C. Tartannowii* Hance (Chine), (Herbier Muséum de Paris).
14. — *Ostrya vivariensis* N. Boulay, (Charay).
15. — *Carpinus orientalis* Mill., (Herbier Boulay).
16. — *C. japonica* Bl., (Herbier Muséum de Paris).



sur 10-12 de large ; quelques-uns sont clos et bien conservés, d'autres sont partiellement lacérés. Ils sont de forme obovée, à sommet obtus, dilaté, ombiliqué. La nucule, quand elle est conservée, est nettement ovale, arrondie à la base, aiguë au sommet. Elle mesure 4 mm. de long sur 3 de large. Ces involucre sont parcourus longitudinalement par 12-15 nervures entre lesquelles s'étendent, transversalement, des veinules finement anastomosées. Un autre, de Rochessauve (Pl.-texte VI, fig. 1), de 13 mm. de long sur 5 de large, est largement elliptique et brièvement apiculé au sommet. Il est parcouru par 7-8 nervures légèrement flexueuses, reliées plus ou moins obliquement entre elles, par de petites ramifications. Enfin, un troisième groupe, dont nous reproduisons un spécimen : Pl.-texte VI, fig. 6, comprend des involucre beaucoup plus petits n'ayant que 7-12 mm. de long sur 3-5 mm. de large. Ils sont oblongs, asymétriques, recourbés sur l'un des côtés presque droits sur l'autre. L'un d'eux est aigu au sommet et possède une nucule moins ovale que celles du premier groupe.

Tous ces fruits rappellent par leur forme, leur taille, leur nervation, ceux des espèces actuelles : *O. carpinifolia* Scop. et *O. virginica* Willd. (*O. virginiana* Koch.). Comme il est impossible de distinguer les fruits d'*O. carpinifolia* de ceux d'*O. virginica*, nous ne pouvons affirmer avec certitude si nous avons affaire à la première espèce ou à la deuxième. C'est pour cette raison que nous avons conservé le nom paléontologique aux *Ostrya* de Charay et de Rochessauve. D'ailleurs, pour DE SAPORTA (1891) il n'y aurait jamais eu et il n'existerait encore aujourd'hui qu'un seul *Ostrya* partagé en plusieurs races locales.

En présence de tous ces fruits, de forme et de taille un peu différentes, l'abbé BOULAY (1887, p. 16) pensait que plusieurs espèces d'*Ostrya* devaient croître, au Pontien, à Rochessauve et à Charay, la chose est possible, mais n'est pas démontrée, car les fruits d'*O. carpinifolia* et d'*O. virginica* actuels, présentent des variations de forme et de taille identiques à celles que nous avons signalées chez nos involucre fossiles.

Quant aux feuilles d'*O. Atlantidis*, elles n'ont jamais été trouvées en connexion avec les fruits. Or la distinction générique entre *Ostrya* et *Carpinus*, très facile d'après la forme de leurs fruits, est extrêmement difficile à établir avec l'aide des seuls organes foliaires.

Cependant, l'abbé BOULAY (1887, p. 16) crut reconnaître une feuille d'*Ostrya* dans un spécimen de Charay, il en fit une espèce nouvelle : *O. vivariensis* N. Boul. (Pl.-texte VI, fig. 14). C'est une feuille obovée-oblongue, atténuée légèrement vers la base dès le milieu du limbe. La base elle-même est obtuse et un peu asymétrique, le contour est doublement ou même triplement denté, à dents vives, ascendantes, les nervures secondaires, au nombre de 8-9 paires seulement, tendent à se bifurquer dès la base. « Plusieurs de ces caractères, dit l'abbé BOULAY, rapprochent cette feuille d'*O. virginica* Willd. (Pl.-texte VI, fig. 10), mais la denticulation de cette dernière espèce est beaucoup plus superficielle ». Par le nombre de ses nervures secondaires, leur angle d'insertion sur la médiane, leur écartement, cette empreinte rappelle, en effet, les feuilles d'*O. virginica*, qui ne se distinguent de celles d'*O. carpinifolia* que par un nombre moindre : 11-15 paires, de nervures secondaires. Cependant, on rencontre exceptionnellement certaines feuilles d'*O. carpinifolia* qui ont un nombre de nervures secondaires sensiblement égal à celui de l'espèce américaine.

Le genre *Ostrya* apparaît dans l'Eocène du Groenland, où HEER (1868-83) signale des involucre d'*O. Walkeri* Heer, voisins de ceux d'*O. humilis* Sap. du Stampien d'Aix (SAPORTA, 1862 b). On le retrouve avec *O. Atlantidis* Ung. dans l'Aquitanién d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b) et le Burdigalien de Radoboj (Croatie), (UNGER, 1862), enfin P. MARTY (1903) le signale dans le Pontien de Joursac.

Le genre *Ostrya* comprend actuellement une demi-douzaine d'espèces habitant les régions tempérées ou tempérées-chaudes de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique septentrionale. Parmi ces espèces citons : *O. carpinifolia* Scop., dont l'aire géographique s'étend depuis le Sud-Est de la France (Alpes-maritimes, Corse) jusqu'en Asie mineure (Taurus) ; sa limite septentrionale étant le Tyrol et sa limite méridionale passant par le Sud de la Grèce et de la Sicile. Cet arbre supporte bien le climat parisien.

O. japonica Sarg., possède une aire étendue au Japon et en Chine où W.C. CHENG (1939) la signale dans les étages tempérés-chauds et tempérés-tièdes des régions forestières du Sé-tchouan et du Si-kang.

O. virginiana (Mill.) Koch., (*O. virginica* Willd.), vit dans l'Est, le Sud-Est des U.S.A. et du Canada ; en Louisiane, elle est, d'après C.A. BROWN (1945, p. 56) « widely distributed along small streams, but absent from the floodplain ».

O. Knowltonii Cov., se rencontre dans l'Ouest des U.S.A.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., I, Fl. von Nordgronland, p. 103, pl. 9, f. 9-12.
 SAPORTA : 1862 b. Aix (An. Sc. nat., 4 s., t. 17, p. 236, pl. 6, f. 5).
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 110, pl. 6, f. 4 c).
 UNGER : 1862. Iconographia, p. 41, pl. 20, f. 9-11.
 MARTY : 1903. Jourasc, p. 31, pl. 5, f. 1 à 3.
 SAPORTA : 1891-92. Manosque (Mem. Soc. Géol. de Fr., Paléont., t. 3, n° 9, p. 58, pl. 15, f. 7-13).

FAGACÉES

GENRE FAGUS

Fagus pliocenica Saporta

(Pl.-texte VII, fig. 4, 5, 6, 7, 8 et Pl. I, fig. 5, 13)

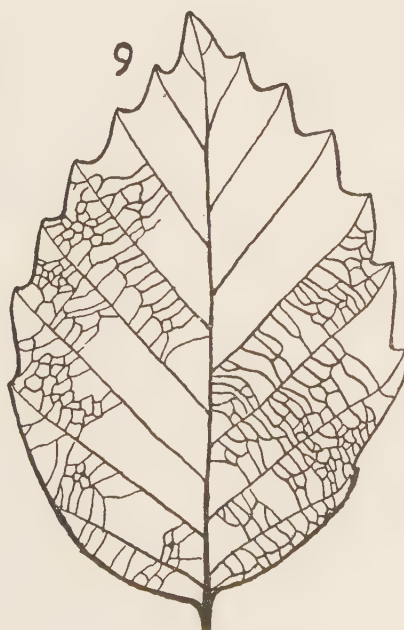
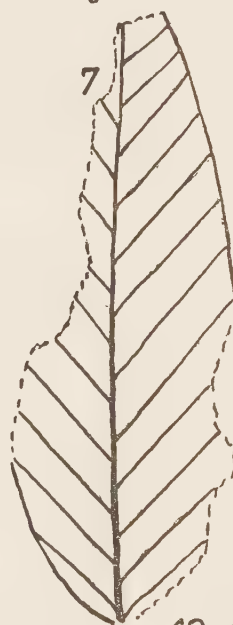
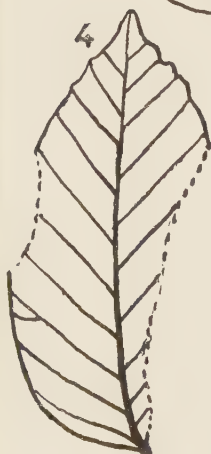
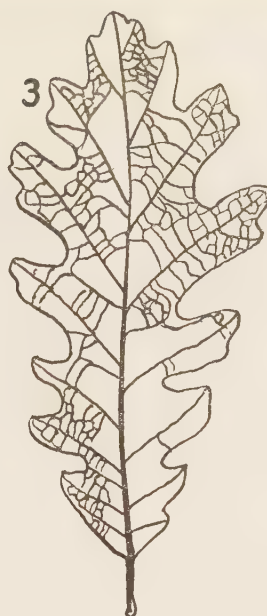
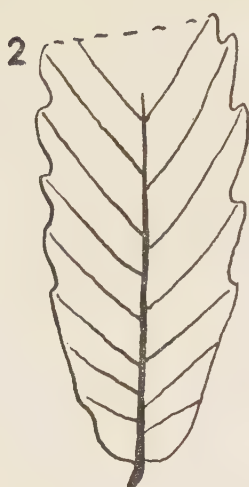
Gisements : Pourchères, Charay.

L'abbé BOULAY avait recueilli, dans un tuf rougeâtre, quatre échantillons de feuilles de *Fagus* provenant du vallon de Bartras, à gauche du chemin qui conduit de Pourchères à Creyseilles, à 200 mètres du premier village. Nous avons retrouvé, dans les collections de la Faculté Catholique de Lille, une trentaine d'autres empreintes du même genre, sur une argile ligniteuse, micacée, parfois rougeâtre, devenant sableuse par endroits. Bien qu'il n'y ait pas d'indication de localité, il est probable, d'après la nature de la roche, que ces empreintes proviennent du même gisement.

Ce sont des feuilles de forme ovale, allongée. Les bords du limbe sont entiers, ondulés, deux spécimens présentent des dents à peine amorcées, dans lesquelles la nervure pénètre en se courbant légèrement. La nervure médiane est droite, régulièrement atténuée dans la partie supérieure du limbe. Les feuilles entières possèdent toutes de 10 à 13 paires de nervures secondaires. La plus grande largeur, sensiblement égale à la moitié du limbe, est atteinte un peu en dessous de la moitié de ce dernier.

PLANCHE-TEXTE VII

1. — *Qercus hispanica* Rer., (La Bourboule).
2. — *Q. hispanica*, (Cerdagne).
3. — *Q. sessiliflora* Sm., (Herbier Boulay).
- 4, 5, 6, 7. — *Fagus pliocenica* Sap., (Pourchères).
8. — *F. pliocenica*, (Charay).
9. — *F. silvatica* L., feuille dentée, cueillie sur jeunes plants, forêt de Saint-Amand (Nord), (Herbier Boulay).
10. — *F. orientalis* Lipsky, (Herbier Muséum de Paris).



2cm

Comparées aux espèces actuelles, les feuilles fossiles de Pourchères, rappellent par leur allure générale, le contour entier et parfois ondulé du limbe, la direction et le nombre des nervures secondaires, certains Hêtres de Chine et du Turkestan. Elles sont à rapprocher, en particulier de *F. longipetiolata* Seemen, (Pl.-texte VIII, fig. 2), de *F. Engleriana* Seemen, (Pl.-texte VIII, fig. 6), qui croissent en Chine centrale et méridionale et possèdent 11 à 13 paires de nervures secondaires, de *F. orientalis* Lipsky (Pl.-texte VII, fig. 10), espèce de Turkestan, qui a en moyenne 11 paires de nervures secondaires. L'affinité avec *F. Sieboldii* Endl. (Pl.-texte VIII, fig. 3), du Japon, est moins certaine, bien que quelques feuilles de cette espèce aient 11 paires de nervures secondaires, la moyenne des échantillons que nous avons observés au Muséum n'ont que 8 à 10 paires de nervures secondaires. On pourrait encore rapprocher les feuilles fossiles de Pourchères de *F. grandifolia* Ehrh. (Pl.-texte VIII, fig. 5) (*F. americana* Sweet = *F. ferruginea* Ait.) qui habite l'Est et le Centre des U.S.A. jusqu'à la Floride, d'après C. BROWN (1945, p. 57), en Louisiane il est « Widely distributed in the hilly lands along small streams, absent from the Mississippi River floodplain » ; on le rencontre aussi au Canada sur le rebord du bouclier Laurentien. Les feuilles de cette espèce, de forme oblongue, obovée, possèdent 10-12 paires de nervures secondaires.

Par contre le nombre de nervures secondaires de *F. pliocenica* distingue nettement cette espèce fossile de notre *F. silvatica* L. (Pl.-texte VII, fig. 9 ; Pl.-texte VIII, fig. 1), qui n'a que 7-9 paires de nervures secondaires. L'absence du réseau tertiaire dans la nervation de nos feuilles fossiles, nous prive d'un caractère qui nous permettrait de préciser davantage leur affinité avec telle ou telle espèce vivante. Les feuilles de *F. longipetiolata*, de *F. Engleriana*, de *F. Sieboldii*, ont une nervation tertiaire beaucoup plus serrée que celle de *F. silvatica*, tandis que chez *F. grandifolia*, la nervation tertiaire est moins apparente.

F. Engleriana Seem. et Diels (*F. sylvestris* var. *chinensis* Franchet) est, de tous les hêtres vivants, celui qui nous paraît avoir le plus d'affinité avec *F. pliocenica*. En effet, comme chez l'espèce fossile, ses feuilles sont, dans l'ensemble, deux fois plus longues que larges, quelques-unes, assez rares d'ailleurs, ont un limbe denticulé ; elles possèdent 11-13 paires de nervures secondaires qui s'incurvent légèrement vers le sinus de la marge, ou, quand il y a des dents, rejoignent ces dernières en s'incurvant avant de les atteindre.

Outre les empreintes que nous venons de décrire, nous rattachons à *F. pliocenica*, une feuille originaire de Charay, qui, bien que fragmentaire et possédant deux paires de nervures secondaires de plus que les feuilles fossiles de Pourchères, présente les caractères du *Fagus*. En effet, les bords du limbe sont ondulés, 11 paires de nervures secondaires sont visibles, mais la feuille entière devait en posséder 14-15 paires, ces nervures aboutissent aux sinus en se recourbant légèrement vers le sommet de la feuille ; ce dernier caractère est aussi signalé par LAURENT et MARTY (1923, p. 35) chez *F. silvatica* des argiles de Reuver.

C'est *F. procera* Endl. et Pæpp. (Pl.-texte VIII, fig. 4), espèce vivant actuellement au Chili, qui nous paraît se rapprocher le plus du fossile de Charay. Ce hêtre, en effet, possède 14-16 paires de nervures secondaires, dont le plus grand nombre, au moins chez certaines feuilles, sont opposées, le bord du limbe est ondulé comme chez la feuille fossile ; cependant l'angle d'insertion des secondaires sur la nervure médiane est plus ouvert surtout chez les basilaires, dans l'espèce fossile que dans l'espèce vivante.

Connu dans le Crétacé et dans l'Eocène des régions boréales, le Hêtre apparaît, en Europe, avec *F. pristina* Sap., dans le Stampien de Manosque ; on le retrouve dans le Miocène de Wartberg, en Styrie, avec *F. castaneæfolia* Ung. Mais c'est au Miocène supérieur qu'apparaît nettement *F. plio-*

cenica ; il va se développer et atteindre son apogée au Pliocène inférieur. Nous le rencontrons, en effet, dans le Miocène supérieur de Joursac, (MARTY, 1903), de La Bourboule, (MARTY et GLANGEAUD, 1936), de l'Aubrac, (MARTY, 1931), de Sinigaglia, (MASSALONGO, 1859), dans le Pliocène inférieur de Varennes-lac Chambon, (BOULAY, 1892), des Cinérites de Saint-Vincent, (LAURENT, 1904-05), de las Clausades, (MARTY, 1905), de Capels, (MARTY, 1904), de Niac, (LAURENT, 1908), de la vallée du Rhône, (DEPAPE, 1922), des argiles de Reuver (LAURENT et MARTY, 1923), de Podgumer, (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935) dans le Villafranchien de Cheylade (LAURENT et MARTY, 1927), de Perrier, (BOUT et MARTY, 1936).

Remarquons que le Hêtre est plus rare à Cheylade et à Perrier que dans les Cinérites plaisanciennes. De même, il n'a pas été trouvé, jusqu'ici, dans les gisements pontiens de Rochessauve, de l'Aubépin, de Gourgouras, du Monastier et dans le Villafranchien de Ceyssac-Le Crozas.

BIBLIOGRAPHIE

- MARTY : 1903. Joursac, p. 32, pl. 5, f. 5 à 7.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 22, pl. B, f. 3 ; pl. C, f. 1.
 MARTY : 1931. Aubrac, (B.S.G.F., (5), p. 184, pl. 9, f. 11-12 ; pl. 7, f. 1-2).
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 201, pl. 9, f. 19 ; pl. 21, f. 18 ; pl. 25, f. 3 ;
 pl. 26, f. 1 ; pl. 30, f. 3.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 57, pl. 3, f. 8.
 LAURENT et MARTY : 1904-05. Fl. de Saint-Vincent, p. 129, fig.-texte 15.
 MARTY : 1905. Las Clausades, p. 8, pl. 2, f. 8-17.
 MARTY : 1904. Capels, p. 17, pl. 3, f. 4.
 LAURENT et MARTY : 1908. Niac, p. 37.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 143, pl. 6, f. 1-5.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 35, pl. 11, f. 1-7.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 74, pl. 3, f. 4 ; pl. 17, f. 3.
 BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 25, pl. 3, f. 1.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 36, pl. 8, f. 6-7 ; pl. 9, f. 2-5.

GENRE QUERCUS

Les Chênes étaient certainement une des essences principales de la forêt pontienne qui couvrait le versant sud-est des Cévennes. Nous retrouvons, en effet, dans la flore fossile de Charay et Rochessauve des *Quercus* qui appartiennent à tous les grands groupes de Chênes européens ou asiatiques ; nous y rencontrons, en particulier, la section des *Cerris* avec *Q. palæocerris* et *Q. drymeja*, la section des *Yeuses* avec *Q. coccifera* et *Q. Ilex* et enfin la section des Rouvres avec *Q. hispanica*.

1. — SECTION DES ROUVRES

Série du *Q. hispanica* Rerolle

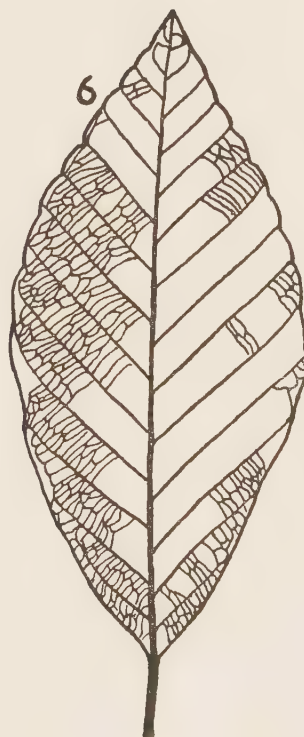
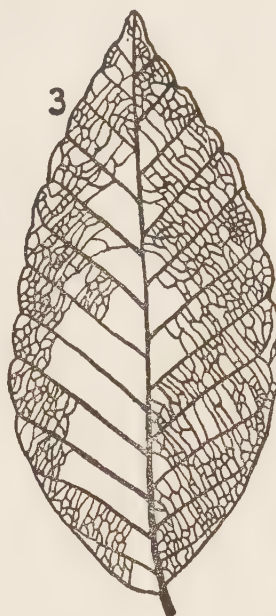
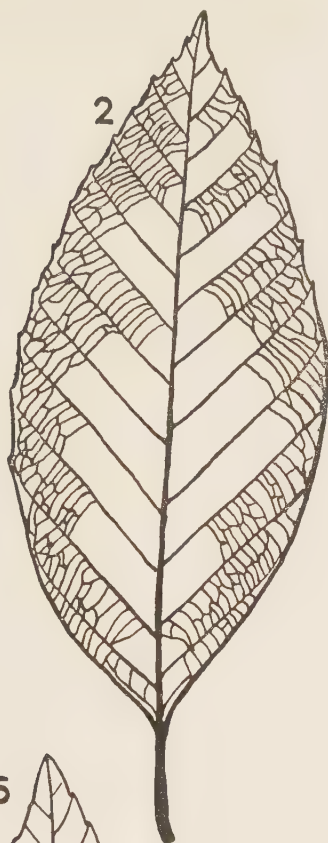
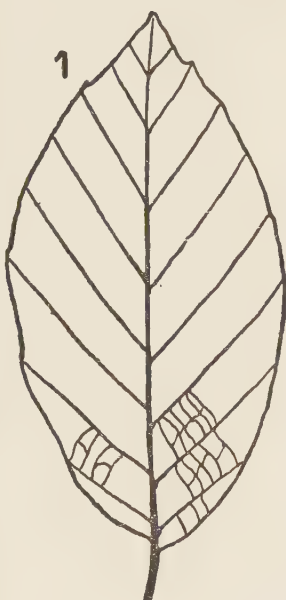
(Pl.-texte IX, fig. 1, 3, 5 ; Pl.-texte X, fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7 et Pl. I, fig. 21)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Le polymorphisme foliaire est si grand dans les Chênes actuels, que certains auteurs, se basant uniquement sur des variations morphologiques, ont multiplié les espèces, tandis que d'autres en faisaient de simples variétés d'une espèce fertile en formes de transition.

PLANCHE-TEXTE VIII

1. — *Fagus silvatica* L., (Jardin botanique, Université Catholique de Lille).
2. — *F. longipetiolata* Seem., (Chine), (Herbier du Muséum de Paris).
3. — *F. Sieboldii* Endl., (Japon), (Herbier du Muséum de Paris).
4. — *F. procera* Endl. et Pæpp., (Chili), (Herbier du Muséum de Paris).
5. — *F. grandifolia* Ehrh., (U.S.A.), (Herbier du Muséum de Paris).
6. — *F. Engleriana* Seem., (Chine), (Herbier du Muséum de Paris).



2cm

Cette même complication se retrouve, comme le remarque P. MARTY (1903, p. 34), chez les Chênes fossiles où beaucoup de spécifications paléontologiques sont arbitraires ; les unes trop larges, englobent des feuilles manifestement distinctes, les autres trop étroites scindent des séries indiscutablement continues. C'est dire la difficulté devant laquelle on se trouve quand il s'agit de déterminer l'espèce à laquelle appartient une empreinte foliaire de *Quercus*. C'est pour cette raison que nous suivrons l'exemple de M. le Chanoine DEPAPE (1922), de P. MARTY et R. DE LA VAUX (1920), de REROLLE (1884-85) qui, dans l'impossibilité d'attribuer certaines empreintes à une espèce bien définie, les ont rangées, sous le nom de *Q. hispanica* Rer., en indiquant simplement leur affinité avec telle ou telle espèce vivante. P. MARTY (1931 et 1936) a toujours, par la suite, dénommé *Q. hispanica* les empreintes des Chênes de la section des Rouvres. LAURENT et MARTY (1923), aux prises avec les mêmes difficultés, rapportent tous les Chênes du Plaisancien de Reuver (Limbourg hollandais) à *Q. roburoides* Berenger, qui offre de nombreuses formes subordonnées.

Q. hispanica Rer. est considéré par ces auteurs comme un type synthétique, à gamme foliaire très étendue, de trois espèces actuelles : *Q. sessiliflora* Sm., *Q. Mirbeckii* Dur., *Q. lusitanica* Lmk., dont les feuilles présentent parfois des formes de passage si voisines les unes des autres qu'il est très difficile de les distinguer entre elles.

Cependant, d'après PEREIRA COUTINHO (1888) cité par LAURENT et MARTY (1923, p. 24), il existe :

- Des caractères qui ne varient pas sur un même rameau et qui par suite seraient distinctifs de l'espèce.

- Des caractères qui varient peu et sont distinctifs des variétés.

- Ceux qui varient fréquemment et permettent seulement de distinguer la forme.

Les caractères foliaires les plus constants sont : la direction des nervures secondaires, leur écartement, la grosseur des nervures de divers ordres. Les caractères moins constants qui indiquent seulement des variétés sont ceux des lobes foliaires, aigus ou obtus, réguliers ou irréguliers. En se basant sur ces caractères, on peut établir les comparaisons suivantes :

- *Q. lusitanica* Lmk. (Pl.-texte IX, fig. 4, 9) a 10-12 paires de nervures secondaires, les premières paires font, avec la médiane, un angle de 70 à 75° et même plus chez certaines feuilles, puis cet angle diminue et se rapproche de 55-60° vers le milieu de la feuille. Ces nervures sont droites et ont un espacement qui varie légèrement suivant la taille de la feuille : il est de 7 à 8 mm., en moyenne, pour les feuilles de 55 à 80 mm., de 5 à 6 mm. pour celles de 40 à 50 mm. Il n'y a pas d'intercalaires. Le réseau tertiaire est serré, régulier et en échelle. Le bord du limbe est régulièrement crénelé ou denté.

- *Q. Mirbeckii* Dur. (Pl.-texte IX, fig. 6) est l'espèce la plus importante de l'Algérie et de Tunisie où elle occupe les forêts du littoral et constitue des peuplements entre 1.000 et 1.400 m., aux expositions Est ou Nord, elle préfère les sols siliceux. Ce Chêne est considéré par DE CANDOLLE (1862 b), comme sous-espèce de *Q. lusitanica*. Ses nervures secondaires, au nombre de 9 à 15 paires, s'insèrent sur la médiane sous un angle de 50°, en moyenne. Elles ont une légère tendance, au moins dans certaines feuilles, à présenter une convexité à peine accusée, vers le sommet. Leur espacement est, en moyenne, de 5 à 6 mm. pour les feuilles dont le limbe mesure de 80 à 120 mm. Le réseau tertiaire est régulier, serré et en échelle. Il est très difficile de distinguer les feuilles de *Q. Mirbeckii* de celles de *Q. lusitanica* ; cependant, sur les échantillons que nous avons observés, nous avons pu noter une plus grande régularité de l'espacement des nervures secondaires

chez *Q. Mirbeckii*, et un angle d'émergence plus grand — surtout chez les nervures de base — que chez *Q. lusitanica*. Quant à la crénelure et à la denticulation, elle est sensiblement identique chez les deux espèces.

Q. sessiliflora Sm. (Pl.-texte VII, fig. 3, Pl.-texte IX, fig. 7, 8) est une sous-espèce de *Q. robur* L., il habite l'Europe tempérée et l'Asie occidentale. Il se distingue des deux Chênes précédents par le nombre plus réduit, 6 à 7 paires, de ses nervures secondaires, par l'espacement très variable, 9 à 24 mm., de ces mêmes nervures, par des lobes moins nombreux, 4 à 6, des sinus plus profonds, et par la présence, assez fréquente, d'intercalaires aboutissant aux sinus interlobulaires. L'angle d'émergence des nervures secondaires est de l'ordre de 50°. Le réseau tertiaire est lâche et irrégulier.

Les empreintes de Rochessaue et de Charay, que nous groupons au sein de l'espèce synthétique *Q. hispanica*, présentent une affinité plus ou moins marquée avec l'un ou l'autre de ces Chênes.

Le type *Q. Mirbeckii*, cependant, semble dominer : le plus grand nombre de nos spécimens ont, en effet, des caractères qui les apparentent de préférence à cette forme.

Q. hispanica* aff. *Q. Mirbeckii

L'empreinte (Pl.-texte X, f. 2). de Charay, a des lobes aigus à bord supérieur droit, ou légèrement concaves qui rappellent ceux de *Q. lusitanica* Lmk., mais par l'angle d'insertion des nervures secondaires, sur la médiane, leur espacement de 9 mm. de moyenne, le réseau tertiaire régulier et en échelle : cette empreinte est apparentée à *Q. Mirbeckii*. Pour les mêmes raisons les feuilles (Pl.-texte X, fig. 3 et 6) se rattachent à cette espèce. Nous rapprochons de ce Chêne, avec doute toutefois, car nous n'avons pas retrouvé l'empreinte, le *Q. furcinervis* Ross. signalé à Charay par l'abbé BOULAY (1887, p. 17). D'après la description qu'il en donne dans ses notes manuscrites, cette feuille avec « ses nervures secondaires arquées, ascendantes » semble présenter de l'affinité avec *Q. Mirbeckii*.

Par contre, nous avons pu étudier un échantillon du *Q. Cardanii* Mass. de Rochessaue, décrit par l'abbé BOULAY (1887, p. 17). Par ses nervures secondaires, au nombre de 8 paires, se détachant de la médiane sous un angle de 55° environ, légèrement arquées vers le sommet, leur espacement régulier de 9 mm. en moyenne, par ses dents à contour supérieur arrondi, cette empreinte (Pl.-texte IX, fig. 5) se rattache nettement à *Q. Mirbeckii*. C'est d'ailleurs à cette espèce que M. le Chanoine DEPAPE (1912, p. 12) rapporte les échantillons de *Q. Cardanii* décrits par l'abbé BOULAY (1892) dans la flore du Pliocène de Varennes-lac Chambon. L'empreinte fragmentaire (Pl.-texte X, fig. 7) du même gisement, s'apparente aussi à *Q. Mirbeckii*, bien que les nervures secondaires aient un espacement de 10-11 mm., un peu supérieur à la moyenne observée chez ce Chêne, mais comme le notent LAURENT et MARTY (1923, p. 31), il peut atteindre, chez cette espèce, jusqu'à 12 mm. dans les cas maximum.

Q. hispanica* aff. *Q. sessiliflora

Une feuille fossile (Pl.-texte X, fig. 5), en provenance de Charay, dont le sommet et la base manquent, possède cinq nervures secondaires qui s'insèrent sur la médiane sous un angle approximatif de 50°, lequel se réduit à 45-50° environ, pour les nervures les plus voisines du sommet. L'espacement varie de 7 à 13 mm., il est bien moins régulier que dans les feuilles de *Q. Mirbeckii*.

PLANCHE-TEXTE IX

1. — *Quercus hispanica* Rer., (Charay).
2. — *Quercus* aff. *Q. coccifera* L., cupule, (Rochessauve).
3. — *Quercus hispanica* Rer., (Rochessauve).
4. — *Q. lusitanica* Lmk., (Cilicie), (Herbier Muséum).
5. — *Q. hispanica* Rer. aff. *Q. Mirbeckii* Dur., (Rochessauve).
6. — *Q. Mirbeckii* Dur., Jardin botanique de Toulouse, (Herbier Depape).
- 7, 8. — *Q. sessiliflora* Sm., (Rochemaure, Ardèche), (Herbier Boulay).
9. — *Q. lusitanica* Lmk., (Herbier Audibert).
10. — *Quercus* aff. *Q. sessiliflora*, gland, (Rochessauve).



et de *Q. lusitanica*. En outre, les lobes sont plus profondément découpés que dans ces deux dernières espèces. Tous ces caractères, joints à la présence d'une intercalaire qui aboutit au sinus interlobulaire, rapprochent cette empreinte du type *Q. sessiliflora*. Un deuxième fragment (Pl.-texte X, fig. 4), originaire du même gisement, par ses nervures secondaires au nombre de six, leur espacement irrégulier de 7 à 18 mm., la présence d'une intercalaire aboutissant à la base du sinus, se rattache à ce dernier type de Chêne.

Nous n'avons trouvé aucune empreinte qui ait une affinité très nette avec *Q. lusitanica*, espèce très polymorphe dont *Q. Mirbeckii*, d'après MOUILLEFERT (1892-98), DE CANDOLLE, ne serait qu'une sous-espèce. Il est en effet très difficile d'attribuer une empreinte foliaire de Chêne à une espèce plutôt qu'à une autre qui lui est voisine, car, bien souvent, elle possède des caractères que l'on retrouve dans les deux espèces, ce qui ne permet pas de saisir ceux d'entre eux qui sont vraiment spécifiques. LAURENT et MARTY (1923, p. 28) notent, d'ailleurs, à propos de *Q. roburoides* de Reuver : « qu'on ne peut l'identifier absolument avec aucune espèce actuelle, car il tient à la fois, par divers caractères, à *Q. pedunculata* Ehrh., à *Q. mongolica* Fisch., à *Q. sessiliflora* Sm., à *Q. Mirbeckii* Dur. ». Et à la fin de leur étude sur les Chênes fossiles de cette localité, étude basée sur de nombreuses observations, sur les analyses scrupuleuses des formes actuelles et fossiles, ils concluent : « Malgré tout, et bien que nous ayons apporté tout notre soin à l'étude des espèces paléontologiques incomplètes ou mal figurées, plusieurs types demeurent fluctuants et imprécis, soit qu'on ait affaire à une forme anormale, soit à un spécimen unique et mal représenté ».

Q. hispanica incertae sedis

Nous nous sommes trouvé en présence de deux de ces formes fluctuantes dont parlent LAURENT et MARTY. La première, de Charay (Pl.-texte IX, fig. 1) est une empreinte presque entière, de 9 cm. de long, sur 45 mm. de large, elle a des lobes bien prononcés, aigus, mucronés, comme chez certaines feuilles de *Q. lusitanica* ou de *Q. Mirbeckii*. Les 8-9 paires de nervures secondaires, font avec la médiane un angle de 50 à 55°, leur espacement varie de 8 à 14 mm., comme chez *Q. sessiliflora*. Il est sensiblement régulier si on considère séparément les nervures de gauche et de droite. L'espacement moyen est de 12 mm. pour les premières et de 10 mm. pour les secondes ; cette empreinte se rapprocherait donc, par ce caractère, de *Q. Mirbeckii*, mais l'irrégularité de la crénelure l'en éloigne.

La deuxième empreinte, de Rochessauve, (Pl.-texte IX, fig. 3) a un limbe de forme brève et largement ovale, brusquement contracté à la base, subobtus au sommet, denté sur le contour extérieur. On compte quatre paires de nervures secondaires, l'angle des inférieures, avec la médiane, est de 45°-50°, celui des supérieures varie de 30° à 35°. Il y a de chaque côté quatre dents ovales et obtuses. La dent inférieure, de chaque côté, est plus grande que les précédentes et s'insère sur un lobe plus prononcé. De plus, elle présente du côté inférieur un lobule de même forme auquel aboutit une nervure de troisième ordre. L'extrême base du limbe fait défaut, il est toutefois assez bien conservé pour permettre de juger que, s'il était décurrent, cette déccurrence était très courte.

L'abbé BOULAY (notes manuscrites) trouva cette feuille si remarquable qu'il en fit une espèce nouvelle : *Q. digitata* N. Boul. Il se peut que cette empreinte ait appartenu à un Chêne d'une espèce différente des précédents, mais sa spécification ne reposant que sur une seule empreinte, nous paraît arbitraire, d'autant plus que l'abbé BOULAY ne la compare avec aucune espèce vivante, ni

n'a trouvé aucune espèce fossile qui lui corresponde. Ce peut être, tout aussi bien une feuille anormale des Chênes que nous groupons sous le nom de *Q. hispanica* Rer. On peut affirmer qu'elle appartient au genre *Quercus*, mais il est impossible de lui donner une spécification reposant sur des bases sérieuses.

Les premiers Chênes du groupe du *Q. hispanica* apparaissent, d'une part, dans le Crétacé supérieur de Patoot (Groenland occidental) vers le 70 de latitude nord, où, avec *Q. Johnstrupi* Heer (HEER, 1868-183), nous trouvons des formes qui rappellent *Q. sessiliflora* (SEWARD, 1926), d'autre part, dans celui de la Caroline et du Dakota-Group où, avec *Q. pseudowestfalica* Berr. (BERRY, 1914) et *Q. dakotensis* Lesq. (LESQUEREUX, 1891) nous avons des Chênes qui ont de vrais liens de parenté avec ceux de la série du *Q. hispanica*. Présents, avec *Q. groenlandica* Heer, dans l'Eocène d'Atanekerdluk (HEER, 1868-83) et avec *Q. Furuhjelmi* Heer, dans celui de l'Alaska (HEER, 1868-83, II), ce n'est qu'à partir du Miocène moyen que les Chênes de la section des Rouvres prennent leur plein développement en Europe. Sous des noms variés, on rencontre dans de nombreux gisements du Miocène supérieur, des empreintes de fossiles qui oscillent entre les différentes formes de *Q. hispanica*.

Se rapprochent de *Q. hispanica* type *Q. Mirbeckii* :

1°. — *Q. Cardanii* Mass., du Miocène supérieur de Joursac (MARTY, 1903), de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), de l'Aubrac (MARTY, 1931), du Pliocène de Varennes (BOULAY, 1892), du Plaisancien de Reuver (LAURENT et MARTY, 1923).

2°. — *Q. etymodris* Ung. que l'on rencontre à Sinigaglia (MASSALONGO, 1859, Pl. 22, f. 5, 7, 10, 11, 12, 14), à Varennes (BOULAY, 1892, Pl. V, fig. 8), dans le Pliocène du Val d'Arno (GAUDIN, 1862, VI mém., Pl. III, f. 11).

3°. — *Q. roburoides* Ber., du Plaisancien de Podgumer (STEFANOFF, 1935, p. 41, Pl. XIV, f. 2, 4, 5).

4°. — *Q. hispanica* aff. *Mirbeckii*, du Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche). (DEPAPE, 1912, Pl. XI, f. 12 ; Pl. XII, f. 15, 17, 19 et 1922, Pl. VII, f. 8).

De *Q. hispanica* type *sessiliflora* se rapprochant plus spécialement :

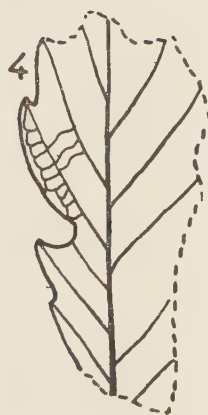
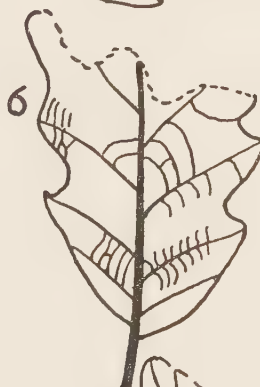
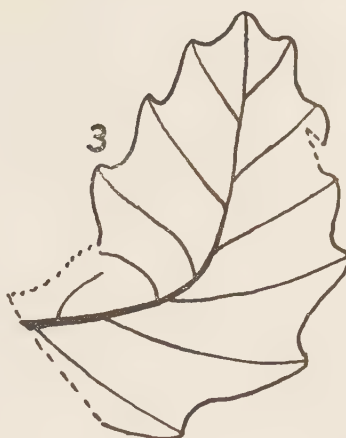
1°. — *Q. roburoides* Ber. var. *robur pliocenica*, du Plaisancien de Reuver (LAURENT et MARTY, 1923, Pl. VI, f. 5, 6), de Podgumer (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935, Pl. XIV, fig. 3), de la Mougudo (Cantal) (LAURENT, 1904-05, Pl. X, fig. 1).

2°. — *Q. hispanica* aff. *sessiliflora* du Plaisancien de Saint-Marcel (DEPAPE 1922, Pl. VII, fig. 10).

Nous pourrions encore comparer les empreintes miocènes des environs de Privas avec celles du Miocène moyen de Zalesce (Pologne), (CZECZOTOWA, 1951), du Pontien du Monastier (Haute-Loire), de Gourgouras (Ardèche), de Cerdagne (REROLLE, 1884-85), de La Bourboule (MARTY et GLANGEAUD L., 1936) et de nombreux autres gisements miocènes ou pliocènes d'Europe centrale et méridionale, mais, vu l'abondance des feuilles des Chênes de cette série, dans ces diverses stations paléobotaniques, ceci dépasserait le cadre de notre travail. Nous préférons renvoyer pour plus de détails aux études détaillées sur les Chênes fossiles faites par REROLLE (1884-85), par M. le Chanoine DEPAPE (1912 et 1922), l'abbé BOULAY (1892), LAURENT et MARTY (1923).

PLANCHE-TEXTE X

1. — *Quercus serrata* Thunb., (Herbier Boulay).
- 2, 3. — *Q. hispanica* aff. *Q. Mirbeckii* Dur., (Charay).
- 4, 5. — *Q. hispanica* aff. *Q. sessiliflora* Sm., (Charay).
6. — *Q. hispanica* aff. *Q. Mirbeckii* Dur., (Charay).
7. — *Q. hispanica* aff. *Q. Mirbeckii* Dur., (Rochessauve).



2cm

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 8, p. 24, pl. 56, f. 7-12.
 SEWARD : 1926. The Cretaceous Plants of Greenland, p. 115.
 BERRY : 1914. Up. Cret. Fl. of. S. Car., p. 35, pl. 9, f. 5.
 LESQUEREUX : 1891. The Fl. of. Dakota Group, p. 56, pl. 7, f. 4.
 HEER : Fl. foss. arct., I, p. 108, pl. 8, f. 8 ; pl. 10, f. 3, 4 ; pl. 11, f. 4.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., II, Fl. foss. Alask., p. 32, pl. 5, f. 10 ; pl. 6, f. 1-2.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 40, pl. 7, f. 2-9.
 DEPAPE : 1912. Notes sur quelques Chênes mioc. et plioc. Rev. Gen. Bot., p. 355.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 152, pl. 7, f. 5-10.
 DE LA VAULX et MARTY : 1920. Fl. de Varennes, p. 290.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 22, pl. 5, f. 5-9 ; pl. 6, pl. 7, pl. 8, pl. 9.
 Pereira COUTINHO : 1888. Quercus de Portugal. Bol. da Soc. Brot. VI.
 MASSALONGO et SCAR : 1859. Sinigaglia, p. 179, pl. 22-23, f. 10-14.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 65, pl. 3, f. 17 ; pl. 4, f. 3-4 ; pl. 5, f. 4.
 GAUDIN et STROZZI : 1862. Toscane, 6^e mém., p. 13, pl. 3, f. 11.
 MARTY : 1931. Aubrac. Bull. Soc. Géol. de Fr., 5^e s., t. 1, p. 184, pl. 7, f. 3, 4.

2. — SECTION DES YEUSES

Série du *Quercus mediterranea* Unger

L'abbé BOULAY (1887, p. 18) signale la présence à Rochessaude de « plusieurs feuilles entières et bien caractérisées », qu'il attribue à *Q. mediterranea* Ung. Il se réfère aux empreintes de Parschlug (Styrie) (UNGER, 1847, p. 114, Pl. 32, f. 5-9) et au *Q. Szirmaryana* Kov., d'Erdöbénye (KOVATS, 1856 a, p. 21, Pl. 2, f. 1-5). DE SAPORTA (in Fontannes, 1884, p. 434) pense que « cette espèce représente le Chêne vert miocène et tient le milieu entre les formes *Ilex* L. et *coccifera* L. et peut-être est-il la tige commune des deux ».

En réalité, par suite de l'imperfection des empreintes fossiles, il est souvent difficile de saisir les caractères qui permettraient de les rattacher, soit à *Q. coccifera*, soit à *Q. Ilex*. Les empreintes de *Q. mediterranea* figurées par UNGER pourraient être attribuées les unes à la première espèce, les autres à la seconde, et il n'est pas nécessaire de voir dans l'espèce fossile une tige commune au Chêne vert et au Chêne kermès pour expliquer les caractères qui l'unissent à ces deux espèces vivantes, il est plus exact de dire qu'on a nommé *Q. mediterranea* des feuilles fossiles appartenant les unes à *Q. coccifera* et les autres à *Q. Ilex*.

Il y a cependant des caractères qui permettent de ne pas confondre les feuilles de ces deux Chênes. Les feuilles de *Q. coccifera* sont moins polymorphes que celles de *Q. Ilex*, elles sont en général de petite taille et sont toujours garnies de dents spinuleuses à base élargie. Les 5 à 7 paires de nervures secondaires font, avec la médiane, un angle atteignant parfois 90°. Les feuilles de *Q. Ilex* sont de taille et de forme beaucoup plus variées, le contour, du moins dans la moitié inférieure et quelquefois sur toute la feuille, est assez fréquemment entier. Les nervures secondaires sont plus nombreuses : 7-9 paires et font, en général, un angle plus aigu que celles du *Q. coccifera* ; cependant, on rencontre parfois des feuilles chez qui cet angle est aussi grand que chez le Chêne kermès. La nervation tertiaire est aussi un caractère distinctif très important : chez *Q. Ilex* elle est plus irrégulière, les nervures plus nombreuses sont, le plus souvent, perpendiculaires aux secondaires, alors que chez *Q. coccifera*, le réseau tertiaire est plus irrégulier, plus capricieux ; en

outre, fréquemment, des nervures secondaires intercalaires, se subdivisent et s'anastomosent avec les tertiaires.

Notons enfin que, sur le vivant, la confusion des feuilles des deux espèces n'est pas possible : la face inférieure de celles de *Q. Ilex* est grise, tomenteuse, alors qu'elle est glabre chez *Q. coccifera*. En résumé, les trois caractères qui nous paraissent les plus constants et les plus distinctifs entre les deux espèces sont :

1°. — Le nombre des nervures secondaires, moindres chez *Q. coccifera*, plus élevé chez *Q. Ilex*.

2°. — La denticulation, complète sur tout le pourtour du limbe chez *Q. coccifera*, parfois absente ou incomplète chez *Q. Ilex*.

3°. — L'angle des nervures secondaires en général, mais non toujours, plus aigu chez *Q. Ilex*.

Quercus coccifera Linné

(Pl.-texte XI, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12, 20)

Gisement : Rochessauve.

Notre Chêne Kermès, espèce caractéristique de la flore méditerranéenne, devait s'accrocher, au Pontien, comme aujourd'hui dans les Garrigues, sur les calcaires du Jurassique supérieur des environs de Privas. Nombreuses sont, en effet, les empreintes extraites du tripoli de Rochessauve. Comme l'avait déjà signalé l'abbé BOULAY (1887, p. 18), les feuilles fossiles ardéchoises ne se distinguent en rien de celles de l'espèce actuelle.

DE SAPORTA (1879, p. 308, fig. 93) représente une feuille et une cupule qu'il dénomme *Q. subcrenata* Sap. La feuille rappelle celles de *Q. coccifera* par son contour, son pétiole très court, son réseau de tertiaires compliqué, des intercalaires qui se subdivisent et rejoignent le réseau tertiaire avant d'atteindre la marge du limbe. De même la cupule paraît hérissée d'écaillies rigides plus espacées et moins longues que celles de *Q. cerris* L., elle se rattache aux cupules de l'actuel *Q. coccifera*. DE SAPORTA indique que ces empreintes proviennent de Charay, il rectifia plus tard (1893, p. 27) son erreur et reconnut que ces fossiles étaient originaires de Rochessauve.

L'ancêtre de *Q. coccifera* apparaît pour la première fois, avec *Q. spinescens* Sap., dans le Stampien d'Aix (SAPORTA, 1889). Mais cette dernière espèce ne rappelle que vaguement l'actuel *Q. coccifera* : elle a, en effet, des nervures secondaires plus nombreuses qui font, avec la médiane un angle plus aigu, et des dents moins spinuleuses et plus élargies.

Ce n'est qu'avec *Q. Szirmayana* Kov., du Miocène moyen d'Erdöbénye (Hongrie), qu'apparaît le Chêne Kermès avec tous ses caractères actuels (KOVATS, 1856 a). HEER (1854-59) appelle *Q. sclerophyllina* des feuilles trouvées dans le Miocène moyen de Saint-Gall (Suisse) et qui rappellent celles de notre *Q. coccifera*. H. CZECZOTTOWA (1951) reproduit une feuille du Miocène moyen de Zalesce (Pologne) qu'elle rapproche de *Q. Ilex*, mais qui serait probablement plus voisine de *Q. coccifera*, car cette empreinte ne possède que cinq nervures secondaires, alors que les feuilles de l'actuel *Q. Ilex* que nous avons examinées, en avaient 7 à 9 paires. Au Pontien *Q. coccifera* a été trouvé à Joursac (Cantal), (MARTY, 1903), à Gourgouras (Ardèche), (GRANGEON, 1953) ; au Plaisancien il est signalé à Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), et à Podgumer près Sofia (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935).

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1889. Aix (An. Sc. nat., 7 s, t. 10, p. 20, pl. 2, f. 14).
 KOVATS : 1856 a. Erdöbénye, p. 21, pl. 2, f. 1 à 5.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., II, p. 54, pl. 77, f. 7, 8.
 CZECZOTTOWA : 1951. Zalesce, pl. 4, f. 1.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 39, pl. 6, f. 14.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras, p. 308, pl. 3, f. 1-3.
 DEPAPE : 1912. Note sur quelques chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône.
 (Rev. Gén. de Bot., t. 24, p. 3, pl. 2, f. 5-10).
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 151, pl. 8, f. 9-11.
 STEFANOFF et JORDANOFF : Podgumer, p. 39, pl. 10, f. 7, 8 ; pl. 11, f. 1-5.

Quercus Ilex Linné

(Pl.-texte XI, fig. 9, 10, 13, 14, 15, 17 ; Pl.-texte XIV, fig. 10 et Pl. III, fig. 2)

Gisements : Rochessauve, Charay.

L'abbé BOULAY (1887, p. 18) constate qu'un fragment de feuille trouvée à Charay (Pl.-texte XI, fig. 14) est à rapprocher des empreintes de *Q. præcursor* Sap. et Mar., figurées par SAPORTA et MARION (1876, Pl. 24, f. 1, 4, 6, 8). Mais l'abbé BOULAY est moins affirmatif que ces auteurs, au sujet de la parenté de *Q. præcursor* et de *Q. Ilex*. Les feuilles de cette dernière espèce, comme nous l'avons déjà dit, sont très polymorphes, M. le Chanoine DEPAPE (1922, Pl. VIII, f. 1-3) reproduit trois feuilles de *Q. Ilex* recueillies sur le même arbre et totalement différentes, par leur forme et leur denticulation. L'une d'entre elles est comparable aux feuilles de *Q. præcursor* de Meximieux. Il est possible que le fragment de feuille de Charay, appartienne à *Q. Ilex*, mais les caractères ne sont pas suffisamment nets pour l'attribuer avec certitude à cette dernière espèce de Chêne.

Nous possédons une deuxième feuille de Rochessauve (Pl.-texte XI, fig. 15) qui se rapproche par sa forme, sa nervation et sa denticulation de *Q. Ilex*. La présence de quelques dents uniquement vers la moitié supérieure du limbe, le reste du contour étant entier, montre qu'il ne s'agit pas de *Q. coccifera* et permet d'attribuer avec une très grande probabilité cette empreinte à *Q. Ilex*. Les nervures sont malheureusement peu visibles sur notre échantillon, mais ceci n'a rien d'étonnant, car les feuilles de *Q. Ilex* sont coriaces et les nervures, même secondaires, sont à peine visibles sur la face supérieure de certaines feuilles de l'espèce actuelle. D'autres feuilles (Pl.-texte XI, fig. 17) par leur forme, leur contour non denticulé sur tout le pourtour du limbe, par le nombre des nervures secondaires, 7-8 paires, indiquent que, très probablement, le Chêne vert appartenait, au Pontien, à la flore des environs de Privas.

D'autre part, DE SAPORTA (1879, p. 308), représente une feuille et un fruit de *Q. præilex* Sap. originaire de Rochessauve et qui, d'après lui, (1888 b, p. 171), dénotent une forme très voisine de notre Yeuse. Cette empreinte (Pl.-texte XI, fig. 9, 10), dont la partie supérieure du limbe est dentée et qui possède 7-8 paires de nervures secondaires, représente vraisemblablement une feuille de *Q. Ilex*. Le gland et la cupule, portés par un pédoncule très court, rappellent eux aussi les fruits de la plante actuelle. Outre les empreintes foliaires que nous venons de décrire, les schistes à Diatomées du Ranc ont livré un rameau feuillu de 11 mm. de long (Pl.-texte XIV, fig. 10 ; Pl. III, fig. 2). Grâce aux quatre feuilles dont il est encore muni, nous avons pu reconnaître, dans ce rameau, une portion de branche de *Q. Ilex*.

Le Chêne vert croît actuellement dans les régions méditerranéennes, de préférence sur les sols calcaires, mais il peut remonter les côtes de l'Océan et venir jusqu'en Angleterre, on le rencontre dans les Pyrénées jusque vers 1.000 m. d'altitude et sur le versant méridional des Cévennes vers 600-700 m.

Les premiers Chênes verts, avec *Q. antecedens* Sap., apparaissent dans les marnes stampiennes d'Aix-en-Provence. Les feuilles représentées par DE SAPORTA (1873 b) se rattachent nettement à *Q. Ilex* par le nombre de leurs nervures secondaires : 8-9 paires, par le contour du limbe non entièrement denté et par le réseau tertiaire bien régulier. Cet auteur fait remarquer que le caractère qui distingue ces feuilles de la plupart de celles de *Q. Ilex* est « leur base atténuée en coin sur le pétiole ». Ce caractère, comme d'ailleurs la plupart de ceux basés sur la forme, est loin d'être spécifique, nous avons, en effet, remarqué dans l'herbier BOULAY, plusieurs feuilles de *Q. Ilex* actuel qui ont une base atténuée en coin. On ne voit pas vraiment sur quel fondement sérieux on pourrait s'appuyer pour distinguer *Q. antecedens* de *Q. Ilex*, d'ailleurs DE SAPORTA conclut en disant : « on demeure surpris d'observer tant d'analogie entre des végétaux séparés par un aussi long espace de temps ». Dans l'Aquitainien de Sotzka (Styrie) nous rencontrons *Q. urophylla* Ung., (UNGER, 1852), voisin de *Q. Ilex*, mais c'est *Q. mediterranea* Ung. qui, dans le Burdigalien de Kumi (UNGER, 1867), dans le Miocène supérieur de Parschlug (UNGER, 1847), de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), de Joursac (MARTY, 1903), se rapproche le plus de *Q. Ilex*, à tel point que MARTY (1903, p. 38) a recueilli, dans le ravin de la Muerta, entre Nice et Monaco. « des feuilles de *Q. Ilex* qui reproduisent parfaitement l'espèce de Joursac ». M. le Chanoine DEPAPE (1922), STEFANOFF et JORDANOFF (1935), ont récolté en abondance, d'une part, dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche) et, d'autre part, dans celui de Podgumer (Plaine de Sofia), des empreintes de *Q. Ilex* identiques aux feuilles de l'espèce actuelle. Notons enfin que SAPORTA et MARION (1876) rattachent leur *Q. præcursor* des tufs du Pliocène moyen de Meximieux à *Q. Ilex*. Il est à remarquer que, présents dans le Pontien de Joursac, *Q. Ilex* et *Q. coccifera* sont absents des gisements pliocènes d'Auvergne. Dès la fin du Miocène, ces deux Chênes avaient dû gagner leurs aires géographiques actuelles.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1879. Le monde des Plantes, p. 308, fig.-texte 93.
 SAPORTA : 1888 b. Origine paléont. des arbres, p. 171.
 SAPORTA : 1873 b. Gypses d'Aix (An. Sc. nat., 5 s, t. 18, p. 37, pl. 7, f. 14-16).
 UNGER : 1852. Iconographia, p. 36, pl. 18, f. 11.
 UNGER : 1867. Kumi, p. 28, pl. 6, f. 1-22.
 UNGER : 1847. Chlor. Protog., p. 114, pl. 32, f. 6-8.
 MASSALONGO et SCAR. : 1859. Fl. Senigag, p. 190, pl. 34, f. 23.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 38, pl. 6, f. 11-12.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 148, pl. 8, f. 4-8.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 97, pl. 24, f. 1-10.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 39, pl. 10, f. 3-6.

3. — SECTION DES CERRIS

Quercus palaeocerris Saporta

(Pl.-texte XI, fig. 8, 11)

Gisement : Rochessaube.

DE SAPORTA (1879, p. 308, f. 93) représente une feuille de Chêne et deux cupules accolées, qu'il attribue à *Q. palaeocerris* Sap. Il déclare qu'elles sont originaires de Rochessaube ; nous n'avons

PLANCHE-TEXTE XI

- 1, 2. — *Quercus coccifera* L. (Herbier Depape).
3. — *Q. coccifera* L., Le Ranc, (Rochessauve).
4. — *Q. coccifera* L., Joursac, (Cantal).
5. — *Q. coccifera* L., St-Marcel, (Ardèche).
- 6, 7. — *Q. coccifera* L., (*Q. subcrenata* Sap.), (Rochessauve).
8. — *Q. palæocerris* Sap., (Rochessauve).
- 9, 10. — *Q. præilex* Sap., (Rochessauve).
11. — *Q. palæocerris* Sap., (Rochessauve).
12. — *Q. coccifera* L., (Rochessauve).
13. — *Q. Ilex* L., (Herbier Boulay).
14. — *Q. præilex* Sap., (Charay).
15. — *Q. Ilex* L., (Rochessauve).
16. — *Q. cerris* L., Htes-Pyrénées, (Herbier Boulay).
17. — *Q. Ilex* L., (Rochessauve).
18. — *Q. drymeja* Ung., (Pliocène de St-Marcel), (Ardèche).
19. — *Q. drymeja* Ung., (Rochessauve).
20. — *Q. coccifera* L., (Rochessauve).
21. — *Q. drymeja* Ung., (Rochessauve).



pas trouvé de feuilles ni de cupules semblables, dans cette dernière localité. La feuille dessinée par DE SAPORTA peut très bien être rapprochée de celles de l'actuel *Q. cerris* L. (Pl.-texte XI, fig. 16), dont les feuilles très polymorphes ont des lobes aigus et mucronés, arrondis à la base ; certains de ces lobes forment des sinus qui, comme l'espèce fossile, atteignent presque la nervure médiane. Les cupules, d'après le dessin, ressemblent à celles de *Q. cerris* qui sont hérissées de longues lanières molles. D'après DE SAPORTA (1888 b, p. 166) la section des *Cerris*, moins écartée du point de départ est la plus anciennement apparue. Ce groupe, en effet, n'a cessé, depuis l'Eocène, d'habiter l'Europe et plusieurs formes observées à l'état fossile sur divers horizons du Tertiaire se retrouvent à peine changées, soit dans l'Europe du Sud, soit le long du pourtour de la Méditerranée ».

L'actuel *Q. Cerris* L. se trouve, en France, dans l'Ouest : Loire-Inférieure, Vendée, Maine-et-Loire ; dans l'Est : Doubs, Jura ; dans le S.E. : Var. Il habite le Sud de l'Allemagne et la Suisse, l'Italie, la Dalmatie, l'Asie occidentale.

Quercus drymeja Unger

(Pl.-texte XI, fig. 19, 21 et Pl. III, fig. 8)

Gisement : Rochessauve.

Ce Chêne a été trouvé en abondance au Ranc et à Bouzarin, certaines plaques de tripoli sont littéralement pétries d'empreintes de cette Cupulifère ; il est absent de Pourchères et de Charay. Ces empreintes sont des feuilles qui mesurent de 60 à 80 mm. de long sur 16 à 24 de large. De forme assez variée, le plus grand nombre sont cependant lancéolées, longuement rétrécies et acuminées au sommet, quelques-unes sont plus ovales et moins longuement atténuées vers le sommet. Le pétiole mesure de 12 à 20 mm., la base est en général arrondie, parfois un peu atténuée et légèrement asymétrique. Le bord du limbe, entier sur la moitié ou le tiers inférieur, présente ensuite des dents spinuleuses. Les nervures secondaires, au nombre de 10-12 paires, se détachent de la médiane sous un angle de 30 à 55° ; dans la partie entière du limbe, elles remontent en suivant les bords du limbe et se résolvent souvent par des bifurcations en un réseau compliqué ; dans la partie dentée, elles se dirigent, parfois en s'incurvant, directement vers la dent. Elles donnent naissance à des nervures tertiaires simples ou bifurquées, qui à leur tour se subdivisent pour former un réseau très serré de mailles pentagonales ou rectangulaires.

La plupart des feuilles fossiles de Rochessauve sont encore munies de leur cuticule et ont un aspect coriace, de sorte que la nervation, même secondaire, est à peine visible ; quelques jeunes feuilles, encore attachées à leur rameau, probablement de jeunes pousses ayant une cuticule moins épaisse, permettent heureusement d'apercevoir toute la nervation y compris le réseau ultime. La consistance coriace de cette espèce avait déjà été remarquée par UNGER (1847) qui décrivant son *Q. drymeja* lui applique l'expression : « pergamentartigen ». Le parchemin peut bien, en effet, passer pour coriace.

GAUDIN (1859) a découvert dans les argiles plaisanciennes du Val d'Arno, un très grand nombre de feuilles de *Q. drymeja*, les figures 1-10 de la planche V de son deuxième mémoire représentent des spécimens identiques à ceux de Rochessauve. Pour expliquer les variations de forme que présentent les empreintes du Val d'Arno, GAUDIN les attribue à plusieurs variétés de *Q. drymeja*, alors que l'abbé BOULAY (notes manuscrites) et M. le Chanoine DEPAPE (1922) pensent que ces feuilles peuvent toutes appartenir à un même arbre. Le premier de ces deux auteurs va même plus loin, et estime, avec raison, que le *Q. Laharpii* de GAUDIN n'est peut être pas distinct de *Q. drymeja* ; la distinction spécifique reposant principalement sur l'aspect co-

riace des feuilles de la première espèce, alors que celles de la deuxième sont membraneuses. Cette distinction ne doit pas, en effet, retenir notre attention, car, d'une part, le processus de fossilisation modifie fréquemment l'aspect des restes végétaux et, d'autre part, les feuilles d'un même arbre peuvent être plus ou moins coriaces suivant leur développement au moment de la fossilisation. MARTY (1903) éprouve la même difficulté avec les feuilles de ce Chêne : « Chacune d'elles prise en particulier, dit-il, peut être identifiée à une feuille déterminée de *Q. drymeja* ; elles n'en diffèrent pas moins entre elles, à tel point que l'esprit se refuse presque à les grouper sous la même dénomination ». STEFANOFF et JORDANOFF (1935) constatent eux aussi que « This species appears to have been a very polymorphic plant ». Tout ceci nous montre que dans les divers gisements où il a été découvert *Q. drymeja* présente un polymorphisme foliaire encore plus étendu que celui des empreintes de Rochessauve.

Q. drymeja a été comparé par divers auteurs à différents Chênes actuels. UNGER (1847) le rapproche de *Q. lancifolia* Schlecht et Cham. et de *Q. xalapensis* Humb. et Bonp. Aux espèces citées par UNGER, l'abbé BOULAY (notes manuscrites) y ajoute : *Q. Sartorii* Liebm, du Mexique, *Q. libani* Oliv., espèce du Liban, du Taurus et de Syrie, enfin *Q. serrata* Thunb., du Sud, Sud-Ouest et Sud-Est de la Chine et du Japon. STEFANOFF et JORDANOFF (1935) signalent comme voisin de *Q. drymeja* : *Q. castaneefolia* C.A. Mey, du Caucase, du Nord de la Perse et d'Algérie, auquel ils ajoutent quelques espèces du proche Orient telles que : *Q. vesca* Ky. et *Q. regia* Lindl.

Les feuilles de *Q. libani* (Pl.-texte XII, fig. 6), de l'herbier BOULAY et du Muséum de Paris que nous avons consultés, ont une forme rappelant celle de *Q. drymeja*, mais toutes les nervures secondaires vont directement aux dents sans s'incurver, ni longer le bord du limbe et les feuilles sont dentées sur tout le pourtour du limbe.

Celles de *Q. Sartorii* (Pl.-texte XII, fig. 1), herbier BOULAY et du Muséum de Paris, sont à peine trois fois plus longues que larges, alors que chez *Q. drymeja* elles le sont trois à quatre fois. De plus, les nervures secondaires, au nombre de 7-9 paires seulement, sont droites et non incurvées, le réseau tertiaire est moins serré que chez l'espèce de Rochessauve.

Q. regia Lindl. (Pl.-texte XII, fig. 3) qui croît en Asie mineure, en Arménie, à des altitudes comprises entre 1.200 et 1.400 m., se distingue de l'espèce fossile par son contour presque entièrement denté, par ses dents beaucoup plus larges avec des sinus beaucoup plus profonds, par ses nervures secondaires qui se rendent directement aux dents sans présenter de courbure.

Q. xalapensis (Pl.-texte XII, fig. 2) des provinces de Xalapa, d'Oaxaca (Mexique) a, lui aussi, des nervures secondaires qui courent directement aux dents ; de plus ces nervures sont plus espacées et surtout le réseau tertiaire est beaucoup plus lâche et plus irrégulier que chez les empreintes de *Q. drymeja*.

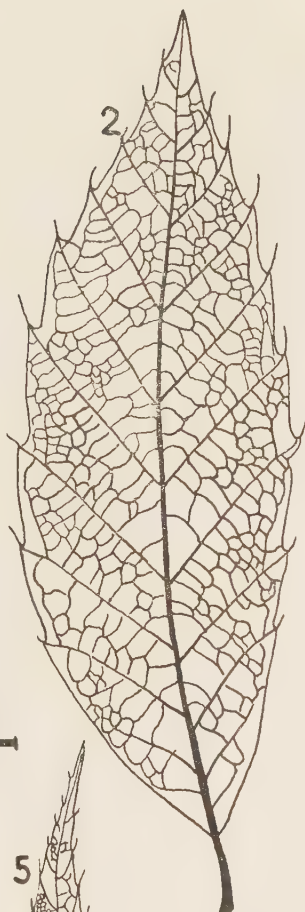
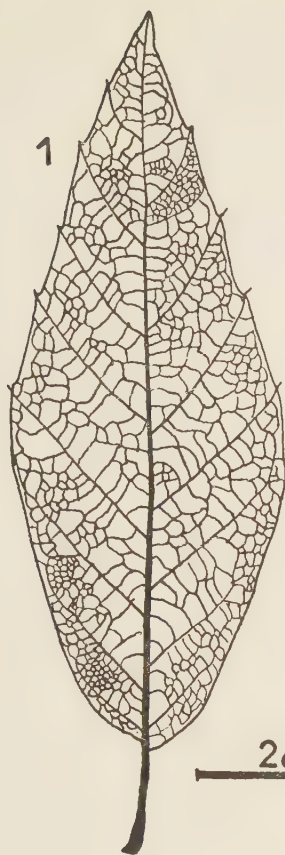
Q. lancifolia, lui aussi du Mexique, a des dents plus fortes, plus larges, moins acuminées que *Q. drymeja*.

Q. castaneefolia (Pl.-texte XII, fig. 7) diffère du Chêne miocène de Rochessauve par son contour entièrement denté, ses nervures secondaires non incurvées et plus nombreuses : 12-14 paires.

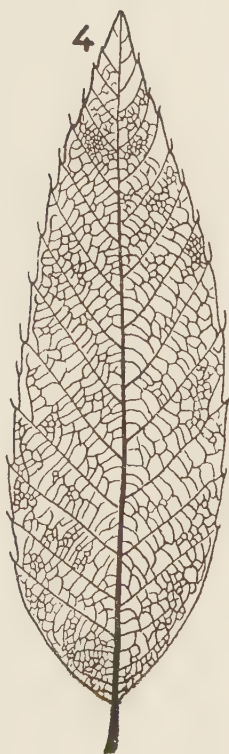
De tous les Chênes actuels que nous avons pu examiner dans les herbiers BOULAY et du Muséum de Paris, c'est *Q. serrata* Thunberg qui nous semble se rapprocher le plus de *Q. drymeja* : par sa forme, le nombre des nervures secondaires : 10-12 paires, dont plusieurs sont incurvées comme chez nos fossiles, le réseau tertiaire et le réseau ultime. *Q. serrata* est un petit arbre de 5 à 6 m. de haut, prospérant sur les sols siliceux et secs, spécialement en bordure des forêts, au Japon, en Chine dans les régions de Nanking, de Shui Mei Schan (District de Taam-Chan) ; on le rencon-

PLANCHE-TEXTE XII

1. — *Qercus Sartorii* Liebm., collines près Jalapa (Mexique), (Herbier Muséum).
2. — *Q. xalapensis* Humb., Xalapa (Mexique), (Herbier Muséum).
3. — *Q. regia* Lindl., Asie Mineure, (Alt. 1.200-1.400 m.), (Herbier Muséum).
4. — *Q. serrata* Thunb., Province du Kouang-toung (Chine), (Herbier Muséum).
5. — *Q. serrata* Thunb., Province du Kiang-si (Chine), (Herbier Boulay).
6. — *Q. libani* Oliv., Cilicie, (Herbier Muséum).
7. — *Q. castaneaefolia* C. A. Mey, (Jardin Botanique Université Catholique de Lille).



2cm



tre aussi au Laos et en Cochinchine. Les feuilles de cette espèce, que nous reproduisons (Pl.-texte XII, fig. 4, 5 ; Pl.-texte X, fig. 1 ; Pl.- I, fig. 20 ; Pl. IV, fig. 3, 6), proviennent de la province du Kouang-toung et du Kiang-si (Chine).

Q. drymeja a été signalé par HEER (1868-83), dans l'Eocène d'Atanekerdluk (Groenland occidental), mais les formes données par cet auteur sont très imparfaites et, à part un réseau ultime très compact, on ne peut établir aucun rapprochement entre l'espèce du Groenland et celle de l'Ardèche. Bien qu'UNGER (1850) en décrive et figure deux feuilles provenant de l'Aquitainien de Sotzka (Styrie), ce n'est que dans le Miocène inférieur de Sagor (UNGER, 1847) que l'on trouve des empreintes comparables à celles de Rochessauve. Au Miocène, on le rencontre dans la Mollasse suisse ((HEER, 1854-59), à Sinigaglia (Italie), (MASSALONGO, 1859), à Joursac, (MARTY, 1903), nous l'avons découvert dans celui de Gourgouras (Ardèche) ; il est très abondant dans le Plaisancien de Saint-Marcel (DEPAPE, 1922), du Val d'Arno (GAUDIN, 1859), de Podgumer (Plaine de Sofia), (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935), enfin au Pliocène moyen il est encore présent dans les environs de Barcelone (ALMERA, 1907).

En dehors d'Europe, CHANEY et HU (1940) signalent la présence, dans le Miocène supérieur du Shantung (Chine), de *Q. miovariabilis* Chaney et Hu, qui par certains caractères : forme et denticulation, présente quelques analogies avec *Q. drymeja* du Pontien de l'Ardèche, mais s'en distingue par un contour presque entièrement denté, de plus, le réseau ultime, si caractéristique de l'espèce de Rochessauve, n'est pas visible sur les photographies reproduites par ces auteurs, il n'est donc pas possible d'établir une comparaison complète entre les deux espèces. CHANEY et HU trouvent d'ailleurs *Q. drymeja* « more slender than *Q. miovariabilis* » ; parmi les espèces vivantes auxquelles ils comparent leur fossile se trouve précisément *Q. serrata*, espèce la plus voisine de *Q. drymeja*.

Dans l'Oligocène inférieur de Weaverville (Californie), (MACGINITIE, 1937), on trouve *Q. pregrahami* MacG., qui, par sa forme générale et sa denticulation qui disparaît à partir du tiers inférieur du limbe, se rapproche de nos empreintes, mais qui s'en éloigne par une nervation beaucoup plus lâche et des nervures secondaires moins nombreuses. L'une des espèces auxquelles l'auteur le rattache est *Q. xalapensis* H. et B., Chêne de la région de Mexico, auquel certains paléobotanistes ont rapporté *Q. drymeja*.

Ainsi *Q. drymeja* apparaît en Europe centrale, peut-être dès la fin de l'Oligocène, sûrement dès le début du Miocène, il se développe pendant toute cette période, atteint son apogée au Miocène supérieur ; au Pliocène inférieur on ne le trouve plus que dans les régions méditerranéennes, où il se maintient jusque vers le milieu de cette période pour disparaître définitivement d'Europe au Pliocène supérieur.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. Foss. arct., I, p. 107, pl. 11, f. 1-3.
 UNGER : 1847. Chl. Protog., p. 113, pl. 32, f. 1-4.
 UNGER : 1850. Sotzka, p. 33, pl. 8, f. 1-2.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., II, p. 50, pl. 75, f. 18-19.
 MASSALONGO et SCAR. : 1859. Sinigaglia, p. 186, pl. 24, f. 7.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 37, pl. 6, f. 9-10.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 145, pl. 6, f. 10-13 ; fig.-texte 17.
 GAUDIN : 1859. Fl. de Toscane, 2^e mém., p. 44, pl. 4, f. 1-18, pl. 7, f. 1-2.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 40, pl. 11, f. 6-12, pl. 12, f. 1-5.
 ALMERA : 1894. Fl. alr. Barcelona, p. 328.
 CHANEY et HU : 1940. Mioc. Fl. fr. Shantung, p. 36, pl. 15, f. 5-6.
 MACGINITIE : 1937. Fl. of Weaverville beds, p. 135, pl. 8, f. 3, pl. 12, f. 2.

GLANDS DE QUERCUS

Quercus Ilex L.

(Pl.-texte XI, fig. 10 ; Pl.-texte XIII, fig. 5, 6)

Gisement : Rochessauve.

Les fruits de cette espèce sont représentés par plusieurs empreintes, l'une (Pl.-texte XIII, fig. 6) reproduit une cupule démunie de gland et portée par un pédoncule. Sa forme presque hémisphérique, sa taille : 10,50-11 mm. de long sur 7 mm. de large, sont celles des cupules de l'espèce vivante. Les écailles bien nettes, régulièrement décroissantes, effilées, tronquées, sont aussi identiques à celles de l'actuel *Q. Ilex* L.

L'empreinte (Pl.-texte XIII, fig. 5) représente deux jeunes cupules portées par le même pédoncule, elles montrent à l'intérieur le gland avec son mamelon conique et pointu, comme on les rencontre sur les Chênes verts de la région méditerranéenne. Les empreintes de glands de *Q. Ilex* dans le tripoli de Rochessauve confirment la présence, déjà indiquée par les empreintes de feuilles, de ce Chêne dans le Miocène supérieur des environs de Privas.

Quercus drymeja Unger

aff. ***Q. serrata*** Thunberg

(Pl.-texte XIII, fig. 7)

Gisement : Rochessauve.

La figure 7 de la Planche XIII reproduit la base d'une cupule sphérique, de 15 mm. de diamètre et de 21-22 mm. avec les écailles. Par sa forme et par la taille de ses écailles, cette cupule se rattache nettement à celles de l'actuel *Q. serrata* Thunb. En effet, les cupules de ce Chêne, du moins celles que nous avons observées, sont sphériques, et mesurent 15-16 mm. de diamètre sans les écailles, et 22 mm. avec ces dernières. Les écailles des bords de la cupule sont plus effilées et mesurent jusqu'à 5-6 mm. de long, mais celles de la base sont plus courtes, de forme triangulaire elles sont beaucoup plus larges que celles des bords. Leurs dimensions et leur forme sont identiques à celles de l'échantillon fossile.

L'empreinte représente le moule interne d'une cupule, c'est pourquoi il n'y a pas d'écailles sur la partie centrale de l'empreinte, mais comme à l'intérieur des cupules de *Q. serrata*, de fines stries sillonnent les parois. Comparée aux cupules de *Q. cerris* L. et de *Q. coccifera*, cette empreinte se distingue nettement de celles de la première espèce par ses écailles moins longues, moins effilées et plus triangulaires ; celles de la deuxième espèce sont au contraire beaucoup plus courtes et plus imbriquées que celles de la cupule fossile de Rochessauve.

Ainsi, la découverte d'un gland qui présente une affinité très nette avec ceux de *Q. serrata* Thunb, confirme les liens de parenté que nous avons déjà constatés entre les feuilles de *Q. drymeja* et celles de *Q. serrata*.

PLANCHE-TEXTE XIII

- 1, 2. — *Castanea verca* Gærtn., (Rochessaue).
3. — *C. vesca* Gærtn., (Charay).
4. — *C. vesca* Gærtn., cultivé, environs de Brioude (Hte-Loire).
- 5, 6. — *Quercus Ilex* L., (Rochessaue).
7. — *Quercus* aff. *Q. serrata* Thunb., (Rochessaue).
- 8, 9. — *Castanea vesca* Gærtn., (Charay).
10. — *Quercus* aff. *Q. michauxii* Nutt., (Rochessaue).



2cm

Quercus michauxii Nutt. (Q. Prinus palustris Michx.)

(Pl.-texte XIII, fig. 10 et Pl. II, fig. 8)

Gisement : Rochessauve.

Les autres empreintes de glands que nous possédons sont moins caractéristiques que celles que nous venons de décrire. Cependant, celle de la Pl.-texte XIII, fig. 10 appartient très probablement au groupe du *Q. michauxii* Nutt., mis en synonymie par SCHNEIDER (1906, p. 207) avec *Q. Prinus palustris* Michx. Les dimensions du gland : 30 mm. de long sur 25 de large, sa forme bombée au centre, le rattachent aux Chênes de ce groupe. Ces Chênes habitent aux U.S.A. les provinces de l'Indiana, du Manitoba, de la Floride, du Texas et de la Louisiane.

Autres empreintes de glands de Quercus

(Pl.-texte IX, fig. 2, 10)

Enfin, deux autres empreintes représentent, l'une un gland, de la taille et de la forme de ceux de *Q. sessiliflora* Sm. (Pl.-texte IX, fig. 10), l'autre la base d'une cupule, rappelant par ses écailles celles de *Q. coccifera* L. (Pl.-texte IX, fig. 2), mais ni l'une ni l'autre ne sont assez caractérisées pour recevoir une attribution spécifique rigoureuse.

Ainsi, les glands fossiles de Rochessauve nous montrent qu'au Pontien croissaient sur le versant méridional des Cévennes, plusieurs espèces de Chênes appartenant aux séries des *Yeuses*, des *Cerris* et des *Robur*.

GENRE CASTANEA

Castanea vesca Gaertner (C. sativa Miller, C. vulgaris Lamark)

(Pl.-texte XIII, fig. 1, 2, 3, 4, 8, 9 et Pl. II, fig. 10)

Gisements : Rochessauve, Charay, Pourchères.

Les feuilles de cette espèce sont oblongues, lancéolées, ou lancéolées aiguës, largement acuminées, souvent cassées au sommet, longuement pétiolées, dentées spinuleuses sur le contour. La nervure médiane est droite et forte ; les nervures secondaires au nombre de 11-15 paires, sont droites, simples, sortant sous un angle de 45 à 55°, généralement de 50°, aboutissant directement au sommet des dents qui sont en même nombre que les nervures secondaires. Les nervures tertiaires sont perpendiculaires aux secondaires, le réseau de quatrième ordre est formé par de petites mailles polygonales courtes. La base est très brièvement atténuée, obtuse ou nettement arrondie ou même un peu rebroussée sur le pétiole.

Très communes à Rochessauve, dans le tripoli de Pourchères et dans celui des carrières du Combiér, les empreintes de Châtaignier sont plus disséminées à Charay. Les feuilles fossiles de tous ces gisements sont, par la forme, la nervation et la denticulation, identiques à celles du Châtaignier actuel. Par contre, *C. pumila* Mill, un des châtaigniers américains, se distingue aisément des spécimens fossiles ardéchois par ses dents moins longuement cuspidées. De même certains châtaigniers asiatiques, tels que *C. crenata* S. et Z. (*C. japonica* Bl), du Japon, *C. Fargesii* Dode, du Yunnan, *C. Henryi* Rehd. et Wils. et *C. hupehensis* Dode, du Hou-pé (Chine), se différencient des

empreintes miocènes du Coiron, par leurs feuilles qui, bien que nettement cuspidées, ont des sinus à peine esquissés.

Le Châtaignier est abondant dans les gisements tertiaires, où il a été signalé sous des noms variés : *Castanea atavia* Ung., *C. Kubinyi* Kov., *C. palaeopumila* Andr., *C. Unger* Heer. On le rencontre dans l'Eocène des régions arctiques (HEER, 1868-83), dans l'Aquitanién de Sotzka (Styrie), (UNGER, 1850), d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b), dans le Miocène supérieur de Joursac (MARTY, 1903), de La Bourboule, (MARTY et GLANGEAUD, 1936), de l'Aubrac, (MARTY, 1931), de Cerdagne (RÉROLLE, 1884-85), de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), dans celui de Shanwang (Chine), (CHANEY et HU, 1940), dans le Plaisancien du Val d'Arno, (GAUDIN, 1859), de Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922), de Podgumer (Bulgarie), (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935), dans l'Asien de Théziers (Gard), (BOULAY, 1890), de Capels (Cantal), (MARTY, 1904) ; nous l'avons signalé nous-même (1953) dans le Pontien de Gourgouras (Ardèche).

Cet arbre prospère dans les terrains siliceux et silico-marneux ; il se plaît, en particulier, sur les éboulis basaltiques et surtout sur les couches de diatomite intercalées entre les basaltes du Coiron et les calcaires jurassiques ou les calcaires marneux du Crétacé inférieur. Les vertes frondaisons, qui longent, en maints endroits, les digitations basaltiques du Coiron, s'arrêtent, le plus souvent, à la limite des calcaires ou des marnes.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., II, Fl. North Green, p. 470, pl. 45, f. 1 à 3 ; pl. 46, f. 8.
 UNGER : 1850. Sotzka, p. 34, pl. 10, f. 5-7.
 SAPORTA : 1865 b. :Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 117).
 MARTY et GLANGEAUD L. : 1936. La Bourboule, p. 22. pl. B., f. 2.
 MARTY : 1931. Aubrac (B.S.G.F., 5 s., t. 1, p. 184, pl. 9, f. 9-10).
 RÉROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 264, pl. 5, f. 8.
 MASSALONGO et SCAR. : 1859. Sinigaglia, p. 195, pl. 24, f. 1, 2 ; pl. 32, f. 4 ; pl. 33, f. 4-5.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 157, pl. 6, f. 14-15.
 GAUDIN : 1859. Deuxième Mém., p. 41, pl. 6, f. 1.
 BOULAY : 1890. Théziers, p. 33, pl. 4, f. 5.
 MARTY : 1904. Capels, p. 17, pl. 3, f. 2-3.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 35, pl. 13, f. 3.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras (B.S.G.F. (6), 3, p. 306, pl. 1, f. 1, 2, 3, 8.).

OLÉACÉES

GENRE FRAXINUS

Fraxinus Ornus Linné

(Pl.-texte XIV, fig. 3, 4)

Gisement : Rochessaube.

« La similitude à l'égard de certaines folioles bien développées de *Fraxinus Ornus* L. est si complète, nous dit l'abbé BOULAY (1887, p. 24), que l'on ne peut guère douter de l'identité spécifique de cette empreinte ». En effet, nous retrouvons dans cette foliole tous les caractères de l'espèce actuelle : elle est de forme ovale-oblongue, subarrondie, un peu asymétrique à la base, brièvement pétio-lobulée, les denticulations du contour sont très peu accentuées et indécises. La nervure

médiane, rectiligne, est bien prononcée, mais étroite. Les nervures secondaires sont fines quoique très nettes, elles se détachent de la médiane sous un angle de 65° environ, se recourbent, deviennent ascendantes et remontent très près du bord, puis s'anastomosent avec la paire suivante; inégalement espacés leurs intervalles sont remplis par des nervures moins fortes, qui partent de la médiane et constituent un réseau à mailles allongées en travers de la feuille. La plus grande largeur est de 27 mm. Le sommet fait défaut.

Le genre *Fraxinus* apparaît dès l'Eocène du Groenland, avec *F. denticulata* Heer, qui est rattaché par HEER (1868-83) au groupe de *F. Ornus*.

Des empreintes foliaires de *F. eocenica* Lesq., proches de celles de Rochessauve — bien qu'elles possèdent des dents plus marquées et soient plus grandes — ont été récoltées dans l'Oligocène de Denver Formation (Colorado) et décrites par LESQUEREUX (1878), d'abord, et par KNOWLTON (1930) ensuite. En France le genre est représenté dans le Stampien d'Aix-en-Provence, par une samare que SAPORTA (1888 b) attribue au sous-type *Ornus*; il est plus abondant au Miocène où nous le retrouvons dans plusieurs gisements, en particulier à : Ehningen (HEER, 1854-59) avec des formes voisines de l'empreinte de Rochessauve, à Joursac (Cantal) où il est signalé par MARTY (1903); enfin au Pliocène, nous le retrouvons à Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922) et au Quaternaire à Galleraje (Toscane), (GAUDIN, 1860).

Samare de *Fraxinus*

(Pl.-texte XIV, fig. 11)

Gisement : Rochessauve.

Nous attribuons, avec doute toutefois, à *F. Ornus* L. une petite samare recueillie à Rochessauve. Elle est légèrement plus petite que l'ensemble des samares de ce Frêne, dont les dimensions, d'après HICKEL (1914, p. 202), varient entre 16 et 32 mm. de long sur 5 mm. de large. Notre empreinte ne mesure que 14 mm. de long sur 4 de large. Mais le rapport 5/14 de la longueur de la semence à la longueur totale du fruit, est du même ordre de grandeur que chez l'espèce actuelle; d'autre part, la forme générale, l'aile qui se prolonge jusqu'à la moitié, environ, de l'ovaire, rappellent ce que l'on voit chez les samares de l'actuel *F. Ornus*; d'ailleurs, comme le fait remarquer MARTY (1903, p. 54), les samares de beaucoup de Frênes sont assez polymorphes.

Cette samare est à rapprocher, par sa petite taille, de celle de *F. longiqua* Sap. du Stampien d'Aix, que SAPORTA (1888 b, p. 233) rattache au sous-type *Ornus* et de celle du Pontien de Joursac (MARTY, loc. cit. Pl. X, f. 9) qui, de même longueur que celle de Rochessauve, est un peu moins large.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : Fl. foss. arct., VII, Grönland, p. 112, pl. 80, f. 4-8.
 LESQUEREUX : 1878. The Tert. Fl., vol. VII, p. 228-230, pl. 40, f. 1-2.
 KNOWLTON : 1930. Fl. of Denver Formation, p. 123, pl. 52, f. 4-6.
 SAPORTA : 1888 b. Origine paléont. des arbres, p. 233.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., III, p. 23, pl. 104, f. 16.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 53, pl. 10, f. 5-7.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 207, pl. 14, f. 4-8.
 GAUDIN : 1860. Fl. des Trav. toscans, 4^e mém., p. 23, pl. 5, f. 1-5.

TILIACÉES

GENRE *TILIA****Tilia mastajana* Massalongo (*T. lignitum* Ettingshausen)**

(Pl.-texte XIV, fig. 8)

Gisement : Rochessaue.

Connu à Charay par ses empreintes foliaires, l'existence du Tilleul, dans les forêts pontiennes du Vivarais, est encore attestée par la découverte, à Rochessaue, d'une bractée d'inflorescence. Cette bractée mesure 50 mm. de long sur 15 de large, entière elle devait avoir environ 55 mm. de long. De forme allongée, légèrement elliptique, à pétiole très court, elle possède une forte nervure médiane bifurquée vers le sommet et qui donne naissance à 5-6 nervures latérales ascendantes qui, le plus souvent, rejoignent la suivante après s'être divisées en deux. Les nervures tertiaires sont flexueuses et forment des mailles généralement quadrangulaires. On aperçoit, par transparence, le pédoncule qui devait porter le fruit ; ce pédoncule paraît s'attacher, non au milieu de la bractée, mais en un point situé plus près de la base.

Chez presque tous les Tilleuls vivants, le pédoncule portant le fruit s'attache au milieu de la bractée ; seul *T. leptocarya* Rehder, a des bractées dont le pédoncule fructifère s'insère à 1 cm. de la base de la bractée. L'échantillon que nous avons observé au Muséum de Paris, avait des bractées de 7 cm. de long et provenait d'un arbre de 40 m. de haut, croissant sur les pentes boisées du Hou-nan (Chine), à une altitude de 720 mètres.

Parmi les bractées de Tilleuls fossiles, dont le pédoncule fructifère s'insère près de la base, citons : celle de *T. mastajana* Massal. du Miocène supérieur de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), dont les dimensions sont du même ordre que celles de l'empreinte de Rochessaue, mais dont les nervures secondaires sont plus nombreuses ; de *T. lignitum* Ett. du Miocène inférieur de Bilin (Bohême), (ETTINGSHAUSEN, 1869), identique à celle que nous venons de décrire, mais de taille légèrement plus grande ; de *T. vindobonensis* Stur. du Miocène supérieur de Szanto (Hongrie), (UNGER, 1869), de *T. lignitum* Ett. du Pontien de Gourgouras (Ardèche), (GRANGEON, 1953).

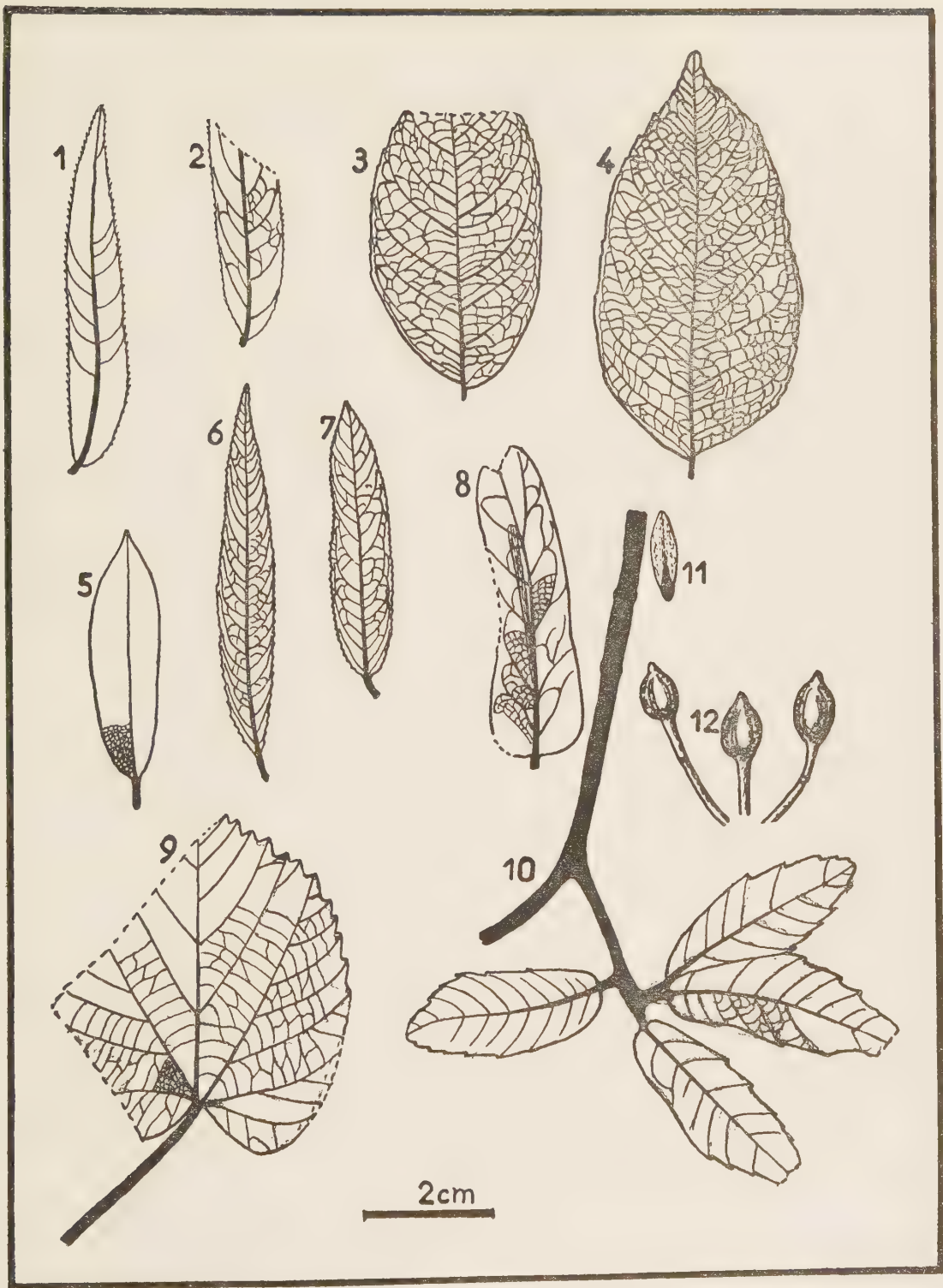
Enfin, REROLLE (1884-85) a rencontré dans les argiles pontiennes de Cerdagne, des bractées de *T. Vidalii* Rer. dont le pédoncule fructifère rejoint la bractée légèrement en deça du milieu. DE SAPORTA (1888 b) pense que *T. Vidalii* est l'ancêtre de notre Tilleul argenté actuel et que le *T. mastajana* Massal., a des feuilles qui ressemblent à celles de notre *T. microphylla* Vent. Mais, comme ces bractées n'ont pas été rencontrées en connexion avec les feuilles, il est bien difficile d'établir une relation entre ces organes floraux et les empreintes foliaires. CHANEY et HU (1940) décrivent et représentent une bractée, de dimensions semblables et de nervation très voisine de celle de l'empreinte ardéchoise ; elle ne laisse malheureusement pas apercevoir le point d'insertion du pédoncule, et ne se prête donc pas à une comparaison complète avec celle de Rochessaue.

BIBLIOGRAPHIE

- MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 322, pl. 34, f. 14.
 ETTINGSHAUSEN : 1869. Foss. Fl. v. Bilin, III, p. 15, pl. 42, f. 3, 6.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 68, pl. 10, f. 11, pl. 11, f. 1, 2.
 SAPORTA : 1888 b. Orig. paléont. des arbres, p. 277.
 UNGER : 1869. Foss. Fl. von Szanto, p. 11, pl. 4, f. 4.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras, p. 315, pl.-texte 2, f. 4
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 70, pl. 45, f. 2.

PLANCHE-TEXTE XIV

- 1, 2. — *Salix acutissima* Gœpp., (Charay).
3. — *Fraxinus Ornus* L., (Rochessauve).
4. — *F. Ornus*, (Jardin Botanique Université Catholique de Lille).
5. — *Andromeda vacciniifolia* Ung., (Rochessauve).
6. — *Salix triandra* L., (Herbier Muséum).
7. — *S. fragilis* L., (Herbier Muséum).
8. — *Tilia mastajana* Mass., (*T. lignitum* Ett.), (Rochessauve).
9. — *Tilia* aff. *T. parvifolia* Ehrh., (Charay).
10. — *Quercus Ilex* L., (Rochessauve).
11. — *Fraxinus* aff. *F. Ornus* L., samare, (Rochessauve).
12. — *Cinnamomum polymorphum* Heer, fruits, (Rochessauve).



Tilia sp.

(Pl.-texte XIV, fig. 9)

Gisement : Charay.

Nous avons retrouvé dans les collections de l'Université Catholique de Lille, un spécimen étiqueté *Grewia crenata* Heer. Si la forme se rapproche de celle du genre *Grewia*, la nervation, par contre, est celle d'un *Tilia*. D'ailleurs comme le fait remarquer LAURENT (1904-05, p. 220) :

« les types vivants de *Grewia* auxquels HEER compare cette espèce, ne retracent que de fort loin les caractères du fossile ».

L'empreinte exhumée à Charay, partiellement mutilée, mesure 44 mm. de large et est parcourue par une nervure médiane de 4 cm. de long. De contour uniformément denticulé, de base cordiforme, de forme suborbiculaire, cette feuille est munie d'un pétiole de 3 cm. qui, écrasé par la fossilisation, paraît plus robuste que celui des Tilleuls actuels ; de plus, il est déjeté sur le côté comme dans beaucoup de feuilles mortes de nos Tilleuls indigènes. De la base du pétiole se détachent, outre la principale, cinq nervures basilaires : trois à droite et deux à gauche de la médiane, celles de la première paire de basilaires font entre elles un angle de 67° environ. De la première basilaire de droite partent cinq nervures qui aboutissent à des dents plutôt larges et obtuses ; les autres nervures secondaires, au nombre de cinq, aboutissent chacune à une dent. La nervation tertiaire est constituée par des nervilles subparallèles entre elles, parfois bifurquées ou réunies par de fines transversales, enfin le réseau ultime, visible en un point ou deux, est constitué par des mailles polygonales assez laches.

Cette feuille fossile, bien qu'imparfaite, rappelle par sa forme, le nombre des nervures secondaires, l'allure du réseau tertiaire et ultime, les dimensions du pétiole : certaines feuilles de *T. ulmifolia* Scop. Cependant, chez cette dernière espèce, le contour est parfois doublement denté, ce qui n'a pas lieu chez la feuille fossile. Par contre, les feuilles de *T. mandshurica* Rupr. et Max., bien que de forme générale un peu différente, présentent de grandes analogies avec l'empreinte de Charay. En effet, l'angle que font entre elles les deux premières basilaires est de même grandeur, soit 70°, la distance entre la première paire de secondaires est de 15-16 mm. comme chez l'espèce fossile, les dents sont simples et élargies, la base est cordiforme, la nervation tertiaire est aussi très voisine de celle de la feuille fossile.

Malgré cette affinité très marquée, il est difficile de conclure à une identité parfaite entre une empreinte foliaire fossile et les feuilles d'une espèce vivante de *Tilia*. C'est ainsi que *T. aspera* Newb. du Miocène de Bridge Creek (Oregon), dont la forme diffère de celle de l'empreinte ardéchoise, est rapprochée par LA MOTTE (1935 b) de *T. mandshurica* Rupr. et Max., dont il se distingue cependant, d'après les spécimens pris par l'auteur comme termes de comparaison, par une double denticulation, par l'angle des basilaires et par la distance de la première paire de secondaires à la base du pétiole. C'est dire les difficultés rencontrées dans l'étude du genre *Tilia*, dont les feuilles présentent une telle convergence de forme, qu'il est souvent impossible de saisir des caractères spécifiques sur un seul échantillon foliaire, surtout lorsqu'il est incomplet comme le nôtre. L'attribution générique de cette empreinte n'est pas douteuse, mais la rattacher à une espèce vivante plutôt qu'à une autre, serait, dans le cas présent, tout à fait arbitraire.

Le genre *Tilia* est signalé pour la première fois, avec *T. cretacea*, dans le Crétacé supérieur de l'Alaska (HOLLIICK, 1930), mais LA MOTTE (1935 b, p. 41) met en doute l'attribution générique de cette empreinte et pense que les premiers Tilleuls vrais, apparaissent dans le Paléocène de Wal-

senberg (Colorado). Le genre est encore signalé par HEER (1868-83) dans l'Eocène du Spitzberg ; cet auteur décrit sous le nom de *T. malmgreni* Heer, une feuille qui se distingue de l'empreinte de Charay par ses dimensions plus élevées, ses nervures secondaires en plus grand nombre, et la denticulation plus serrée.

On n'a pas, jusqu'ici, rencontré d'empreintes foliaires de Tilleul dans l'Eocène et l'Oligocène d'Europe, c'est seulement dans le Miocène supérieur de Sinigaglia que MASSALONGO (1859) a trouvé une feuille qui, malgré une denticulation plus serrée, est comparable à celle de Charay ; cet auteur la rapproche d'ailleurs de l'actuel *T. parvifolia* Ehrh. (= *T. ulmifolia* Scop.).

C'est encore des argiles miocènes de Cerdagne que REROLLE (1884-85) a extrait les empreintes de *T. Vidali* Rer, qui diffèrent de celle de Charay par leur taille, leur denticulation plus irrégulière et par un plus petit angle d'insertion des nervures secondaires sur la médiane.

C'est également dans le Miocène supérieur de la province du Chan-toung septentrional que CHANEY et HU (1940) ont recueilli plusieurs empreintes foliaires de Tilleuls, dont l'une *T. premurensis* Chaney et Hu, est voisine de celle que nous venons de décrire.

Enfin, NATHORST (1883), signale la présence de *T. distans* Nath., qu'il rapproche lui aussi de *T. parvifolia* Ehrh. (= *T. ulmifolia* Scop.), dans le Pliocène supérieur de Mogi, près Nagasaki (Japon).

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Mioc. Fl. v. Spitzbergen. Foss. Fl. arct. I, p. 160, pl. 33.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 322, pl. 39, f. 7.
 REROLLE : 1884-85. Végétaux foss. de Cerdagne, p. 68, pl. 11, f. 1-2.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 68-70, pl. 45, f. 1-4 ; pl. 50, f. 1.
 NATHORST : 1883. Fl. foss. du Japon, p. 65, pl. 6, f. 5-13.
 LA MOTTE : 1935 b. Mioc. Tilias of W. Oregon, p. 45, pl. 2, f. 1-4.
 HOLLICK (A.) : 1930. Up. Cret. Fl. of Alaska, (U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 159, p. 106, pl. 82, f. 2).

SALICACÉES

GENRE SALIX

Salix ^{acutissima} Goeppert

(Pl.-texte XIV, fig. 1, 2)

Gisement : Charay.

Nous reproduisons deux empreintes, trouvées à Charay, qui se rattachent au genre *Salix*. L'une d'elles mesure 56 mm. de long sur 9 mm. de large, l'autre est incomplète. La feuille entière est longuement et finement acuminée ; elles sont légèrement et asymétriquement atténuées à la base. Le pourtour possède une denticulation fine et très serrée, bien visible sur la feuille entière. La nervure médiane est forte, les quelques nervures secondaires visibles sont grêles, camptodromes et émergent de la médiane sous un angle d'environ 60°. Quelques intercalaires plus courtes sont visibles sur la feuille fragmentaire.

Nous avons maintenu la détermination donnée à ces empreintes par l'abbé BOULAY (1887, p. 19) car, d'une part, les empreintes trouvées dans le Miocène supérieur de Schosnitz (GOEPPERT,

1855) et d'Ehningen (HEER, 1854-59) sont très proches de celle de Charay et, d'autre part, vu le mauvais état de conservation des feuilles de cette dernière localité, il nous a été impossible de les rattacher avec certitude, à une espèce de Saule actuelle. LAURENT et MARTY (1923) réunissent *S. acutissima* Goepp., du Miocène supérieur de Schossnitz, à *S. varians* Goepp., du Pliocène inférieur de Reuver, « dont il ne diffère, disent-ils, que par un allongement de la feuille un peu plus prononcé ». La feuille de Reuver, en effet, bien qu'un peu plus large que la nôtre, a une nervation identique à celle que nous pouvons observer sur le fragment de feuille que nous possédons (Pl.-texte XIV, fig. 2). Ces légères différences entre *S. varians* et *S. acutissima*, entrent dans les limites des variations que l'on constate dans les feuilles de la série des Saules fragiles et amandiers.

L'état de la nervation de nos empreintes ne permet pas de faire toutes les comparaisons souhaitées avec les Saules actuels. Néanmoins, après avoir consulté les herbiers du Muséum de Paris, nous avons constaté que c'est avec la série des Saules fragiles et amandiers que *S. acutissima* a le plus d'affinité ; particulièrement avec *S. fragilis* L. (Pl.-texte XIV, f. 7) et *S. triandra* L. (Pl.-texte XIV, f. 6), mais il est difficile de dire avec quelle espèce l'affinité est la plus grande, car on rencontre beaucoup d'hybrides parmi nos Saules actuels. Nos constatations confirment, d'ailleurs, celles de LAURENT qui rattache *S. acutissima* à *S. triandra* et à *S. fragilis*, espèces actuelles vivant dans toute l'Europe et même, pour la première, jusqu'en Algérie.

Les Saules pléiandres, qui vivent actuellement dans l'Inde, l'Orient, l'Afrique, apparaissent les premiers dès l'Eocène de Bournemouth (Sud de l'Angleterre), on les retrouve dans le Stampien d'Aix. Ceux des pays tempérés : « les Saules fragiles », se rencontrent dès l'Oligocène de Bonnieux (Vaucluse) et d'Armissan (Aude) ; mais c'est « au Miocène récent, dit DE SAPORTA (1888 b, p. 192) et dans le cours du Pliocène que nos Saules les plus ordinaires, venus du Nord ou descendus des montagnes, se seraient répandus dans l'Europe centrale ».

BIBLIOGRAPHIE

- GÖPPERT : 1855. Schossnitz, p. 26, pl. 18, f. 11-14.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., II, p. 29, pl. 66, f. 14.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 16.

GENRE POPULUS

Populus Tremula Linné

(Pl.-texte XV, fig. 1-8, Pl.-texte XVI, fig. 1 et Pl. II, fig. 5)

Gisement : Rochessaue.

De très nombreuses empreintes de feuilles de *P. Tremula* ont été trouvées à Rochessaue, l'une d'elles (Pl.-texte XV, f. 2) mesure 52 mm. de haut sur 54 de large, la portion de pétiole conservé atteint 25 mm., d'autres sont de dimensions plus réduites. De forme générale suborbiculaire, certaines sont subtronquées au sommet. Dans l'ensemble, leur denticulation est peu serrée, mais toujours formée par des dents obtuses. La nervure principale aboutit à la dent du sommet, elle est bien marquée chez les échantillons en bon état. Les nervures secondaires sont au nombre de quatre ou cinq paires, dont trois, en général, plus marquées que les autres. Elles s'unissent en arceaux près de

la marge, et sont reliées par des tertiaires simples ou bifurquées qui délimitent de grandes mailles remplies d'un réseau serré.

Nos feuilles fossiles ne semblent pas se distinguer de celles de l'espèce actuelle, et possèdent un caractère que l'on rencontre chez toutes les feuilles actuelles et fossiles de *P. Tremula* : la présence de deux nervures de base opposées qui partent du point d'insertion du pétiole et remontent obliquement pour atteindre la marge au tiers, environ, de celle-ci à partir du sommet. Quelques feuilles fossiles, telles que celles que nous représentons (Pl.-texte XV, fig. 1 et 6), ont la première paire de nervures secondaires qui rejoint le bord du limbe non au tiers supérieur, comme chez la plupart des feuilles de *P. Tremula*, mais en un point situé sensiblement à mi-distance du sommet et du pétiole. Ce caractère assez fréquent, chez l'espèce fossile de Rochessauve, peut se rencontrer, parfois, chez l'espèce vivante, comme le prouvent les feuilles que nous reproduisons (Pl.-texte XV, fig. 7, 8), cueillies dans les environs de Neussargues (Cantal).

Les empreintes fossiles de Rochessauve sont identiques à la plupart des feuilles de *P. Tremula*, trouvées dans les gisements tertiaires. Signalons, en particulier, l'identité parfaite de nos feuilles miocènes avec celles de *P. pliotremuloides* Axel. découvertes par AXELROD (1937) dans le Pliocène d'un gisement fort éloigné du nôtre : celui du Mont Eden dans le Sud de la Californie. En effet, outre une forme générale identique, une des feuilles de Californie, (AXELROD, 1937, Pl. 4, f. 1), possède, comme l'une des nôtres, (Pl.-texte XV, fig. 6), une première paire de nervures secondaires opposées et faisant un grand angle avec la principale ; de cette première paire se détachent, comme chez nos feuilles fossiles, trois ou quatre nervures tertiaires plus fortes qui se recourbent vers le bord du limbe.

P. Tremula est connu depuis l'Eocène de l'Alaska et du Groenland où HEER l'a décrit sous le nom de *P. Richardsoni* (HEER, 1868-83), nous le retrouvons dans l'Oligocène de Mandchourie (Y. KONUKI, 1932), dans les argiles stampiennes de Marseille où SAPORTA (1868 a), le nomme *P. Tremulaefolia*, dans l'Aquitaniens de Sotzka (Styrie), sous le nom de *P. quadrata* (UNGER, 1850), dans le Miocène moyen de Parschlug (Styrie), où UNGER (1852) l'appelle *P. æoli*, dans le Miocène supérieur d'Œhningen où HEER (1854-59) le baptise *P. Heliadum*. On le rencontre, en outre, au Miocène supérieur, à Joursac (Cantal), (MARTY, 1903), à La Bourboule (MARTY et GLANGEAUD L., 1936), à l'Aubépin (GRANGEON, 1952), en Cerdagne (REROLLE, 1884-85), à Montajone et Puzzolente (Toscane) où GAUDIN (1862) lui donne le même nom que HEER : *P. Heliadum*. Il est commun dans de nombreux gisements pliocènes tels que ceux des cinérites pliocènes de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme), (BOULAY, 1892), des cinérites plaisanciennes de la Mougudo, (Cantal), (LAURENT, 1904-05), des argiles plaisanciennes de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), de Reuver (Hollande), (LAURENT et MARTY, 1923), des argiles pliocènes de Podgumer (Plaine de Sofia, Bulgarie), (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935) ; enfin le *P. canescens* Sm. *pliocénica* Sap. du Villafranchien de Ceyssac paraît devoir rentrer dans la même série (BOULAY, 1890).

Ainsi, bien que distingué parfois sous d'autres noms, qui en réalité ne correspondent pas à des espèces différentes, *P. Tremula* est présent dans la plupart des gisements tertiaires d'Europe, où il était fixé dans ses traits actuels. C'est aujourd'hui un arbre de 20 à 22 m. de hauteur, dont l'aire géographique, très vaste, s'étend du 35°, en Algérie, au 71° aux environs du Cap Nord. Il se plaît dans les parties humides des forêts, surtout celles reposant sur des sols siliceux, silico-argileux ou argilo-caillouteux, par contre, il est très rare sur les sols secs ou calcaires.

PLANCHE-TEXTE XV

- 1, 2, 3. — *Populus Tremula* L., (Rochessauve).
4. — *P. Tremula* L., (Charay).
5. — *P. Tremula* L., (Herbier Boulay).
6. — *P. Tremula* L., (Rochessauve).
- 7, 8. — *P. Tremula* L., feuilles cueillies dans les bois des environs de Neussargues (Cantal).



BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct. I, p. 98, pl. 4, f. 1-5 ; pl. 6, f. 7-8 ;
 II, Fl. v. Spitzberg, p. 54, pl. 10, f. 8-12.
 Y. KONUKI : 1932. Foss. Plants of the Fushun Coal. Field, p. 4.
 SAPORTA : 1868 a. Argiles de Marseille (An. Sc. nat., 5 s, t. 9, p. 26, pl. 3, f. 4).
 UNGER : 1850. Sotzka, p. 37, pl. 15, f. 7.
 UNGER : 1852. Iconographia, p. 45, pl. 21, f. 2.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. helv. II, p. 16, pl. 57, f. 4-5.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 45, pl. 8, f. 10-11.
 MARTY et GLANGEAUD L. : 1936. La Bourboule, p. 24, pl. D., f. 2, 3 ; pl. F., f. 1.
 GRANGEON : 1952. Aubépin, p. 45, pl. 3, f. 1-2.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 276, pl. 9, f. 8.
 GAUDIN et STROZZI : 1862. Toscane, 6^e mém., p. 11, pl. 2, f. 15.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 54, pl. 2, f. 5-8.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 112, pl. 9, f. 3.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 131, pl. 4, f. 5.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 12, pl. 2, f. 4-9.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 30, pl. 7, f. 1-3.
 BOULAY : 1890. Thézières, p. 59.
 AXELROD : 1937. A. Plioc. Fl. fr. Mt-Eden Beds, p. 169, pl. 4, f. 1-3.

Populus alba Linné

(Pl.-texte XVI, fig. 3, 5 et Pl. II, fig. 4)

Gisement : Rochessaive.

Nous possédons, de Rochessaive, une feuille, incomplète, qui par sa forme et sa nervation se rattache à *P. alba* L. De forme plutôt ovale — celles de *P. Tremula* sont orbiculaires — elle mesure 40 mm. de long, la largeur conservée est de 15 mm. Elle possède une nervure médiane bien visible, sans être forte. Les latérales sont au nombre de trois paires ; les basilaires se détachent de la médiane sous un angle assez grand, puis se recourbent pour atteindre la marge en un point situé sensiblement à mi-distance du sommet et du pétiole ; trois ou quatre nervilles s'en détachent pour rejoindre le bord inférieur du limbe. Les nervures secondaires se bifurquent avant d'atteindre la marge, et s'anastomosent avec les voisines ; dans chaque nervure secondaire, la bifurcation principale se termine toujours, comme chez la plante actuelle, au sommet d'une dent. Le réseau tertiaire formé de nervilles bifurquées ou entières est identique à celui de l'espèce vivante.

Notre Peuplier blanc semble s'être fixé dans ses caractéristiques foliaires, dès la fin de l'Oligocène. C'est, en effet, à cette époque que nous trouvons des feuilles, qui, comme celle de Rochessaive, s'apparentent étroitement à l'actuel *P. alba*. Citons parmi les espèces fossiles, le *P. palæoleuce* Sap. du Stampien de Céreste (Basses-Alpes), (SAPORTA, 1891), le *P. leucophylla* Ung. du Miocène supérieur de Gleichenberg (Styrie), (UNGER, 1854). M. le Chanoine DEPAPE (1922) le signale dans les argiles plaisanciennes de Saint-Marcel (Ardèche), LAURENT et MARTY (1923), dans celles de Reuver (Hollande), SAPORTA et MARION (1876) dans le Pliocène moyen de Meximieux (Ain) ; ALMERA (1907) dans celui de Barcelone. Au Quaternaire, nous le retrouvons dans les tufs de Provence (SAPORTA, 1867 b), à Bézac, près Saint-Saturnin (P.-de-D.), (BOULAY, 1886-87). Notons enfin, la grande ressemblance des feuilles de *P. alba* avec celles de *P. canescens pliocenica* Rer. du Miocène supérieur de Cerdagne (REROLLE, 1884-85), de *P. leucophylla* Ung. du Villafranchien de Montajone (Toscane), (GAUDIN, 1858), de *P. canescens* du Villafranchien de Perrier (P.-de-D.), (BOUT et MARTY, 1936). Cette dernière espèce de Peuplier est considérée par certains auteurs comme un

hybride de *P. Tremula* x *P. alba*, tandis que d'autres l'admettent comme espèce autonome, l'Index Kewensis le met en synonymie avec *P. alba*. Quoiqu'il en soit de ces relations, on trouve dans les divers gisements tertiaires des feuilles identiques à celles de *P. alba* ; d'autres identiques à celles de *P. Tremula*, et, entre ces deux espèces, toute une gamme d'empreintes dont les unes se rapprochent plutôt de *P. Tremula*, d'autres de *P. alba* ; enfin, pour certaines d'entre elles, comme le font remarquer LAURENT et MARTY (1923), on hésite pour leur attribution à *P. alba*, à *P. Tremula* ou à *P. canescens* Sm., d'autant plus que les feuilles de la première et dernière espèce sont très polymorphes.

P. alba est un grand arbre atteignant 30 à 33 m. Il habite l'Europe moyenne et son aire géographique s'étend depuis l'Afrique du Nord jusque dans la partie méridionale de la Suède, vers le 61° de latitude nord. En Russie il s'avance jusque vers le 55°. On le trouve surtout dans les vallées, le long des rivières, il vient aussi dans les parties fraîches des bois, il s'élève peu dans les contrées montagneuses. Ce sont les terrains frais et fertiles, les alluvions, qui lui conviennent le mieux.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1891. Manosque, p. 71, pl. 17, f. 9.
 UNGER : 1854. Gleichenberg, p. 177, pl. 4, f. 6-10.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 132, pl. 4, f. 1-4.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 13, pl. 3, f. 3, 5, 6.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 98, pl. 24, f. 11-12.
 ALMERA : 1907. Fl. alr. Barcelona, p. 325.
 SAPORTA : 1867 b. Fl. tufs quat. de Provence, p. 13.
 BOULAY : 1886-87. Fl. de Saint-Saturnin, p. 184.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, pl. 9, f. 9.
 GAUDIN : 1858. 1^{er} Mém., p. 29, pl. 4, f. 1-5 ; pl. 12, f. 4.
 BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 22, pl. 2, f. 1-2.

Populus massiliensis Saporta

(Pl.-texte XVII, fig. 4 et Pl. IV, fig. 2)

Gisement : Charay.

La feuille que nous allons décrire a dû appartenir à un Peuplier bien différent de ceux qui croissent en Europe à l'heure actuelle. Elle mesure 70 mm. de long et 83 de large. Elle est de forme subordiculaire, ellipsoïde, à sommet apiculé, à base arrondie, légèrement cordiforme. Le bord du limbe est entier, caractère qui la distingue nettement de toutes celles des autres Peupliers trouvés dans les gisements des environs de Privas. La nervure principale est bien marquée, depuis la base du pétiole jusqu'au sommet du limbe. Les nervures latérales, alternes, naissent sous un angle très ouvert et deviennent plus obliques à mesure que l'on remonte vers le sommet du limbe. Toutes les nervures latérales, ainsi que les nervures de deuxième ordre, issues des deux premières paires de latérales se recourbent et se replient le long du bord du limbe comme pour se confondre avec lui. Les nervures tertiaires sont flexueuses, entières ou ramifiées, le réseau ultime n'est pas visible sur notre échantillon. Nulle part on n'aperçoit les dents si caractéristiques des Peupliers. Il est possible que sur le vivant elles aient existé, et que la feuille s'étant recroquevillée sur le pourtour du limbe, la fossilisation n'ait pas conservé la denticulation.

Cette empreinte se rapproche beaucoup de *P. massiliensis* Sap. découvert dans les argiles oligocènes des environs de Marseille, décrit et figuré par de SAPORTA (1868 a). Il est vrai que les empreintes oligocènes sont moins ellipsoïdes et plus ovales que celle de Charay, mais le nombre de

PLANCHE-TEXTE XVI

1. — *Populus Tremula* (*P. latior* Heer, variété *grosse-dentata*), (Rochessauve).
2. — *Pl glandulifera* Heer, (Rochessauve).
3. — *P. alba* L., (Rochessauve).
4. — *P. balsamoides* Gœpp., (Rochessauve).
5. — *P. alba* L., (Herbier Boulay).
6. — *P. balsamoides* Gœpp., (Rochessauve).
7. — *P. balsamoides* Gœpp., (*P. latior rotundata* Heer), Rochessauve).



nervures secondaires, leur forme et surtout l'absence de denticulation sont des liens de parenté très nets entre les deux formes. Elle présente aussi quelques affinités avec *P. latior-rotundata* de HEER, (1854-59) et *P. mutabilis* Al. Br. var *repando-crenata* de HEER, mais les feuilles de ces deux types ne sont pas entières, mais incisées, à larges crénelures.

Quant aux espèces actuelles, c'est à *P. laurifolia* Ledeb. et à *P. euphratica* Oliv. que nous rattachons volontiers l'empreinte de Charay. En effet : *P. laurifolia*, de Sibérie, est une espèce dont les feuilles sont très polymorphes, plus ou moins spiculées au sommet, elles sont tantôt ellipsoïdes, tantôt plutôt lancéolées, ou bien, surtout si l'arbre qui les porte est vigoureux, ovales-orbiculaires ou tout à fait orbiculaires, à bord parfois entier ou tout au moins à dentelures peu prononcées. *P. euphratica*, qui croît sur les rives de l'Euphrate, du Jourdain et en Algérie sur les frontières du Maroc, a, lui aussi, des feuilles quelquefois entières, caractère qui, malgré la présence de tissu coriace, le rapproche de notre échantillon. Enfin, nous avons trouvé au Muséum de Paris, des feuilles de *P. fastigiata* Poir., provenant de l'herbier Hennecart ; recueillies à Ballencourt, ces feuilles se rapprochent de l'empreinte ardéchoise par la forme, la taille, et le nombre des nervures secondaires, sensiblement le même dans les deux espèces, les nervures s'insèrent sur la médiane sous un angle identique dans les deux cas. Mais elles s'en éloignent par la présence de dents plutôt grossières et par le sommet plus longuement acuminé.

P. fastigiata Poir. est mis en synonymie avec *P. pyramidalis* Salisb. par l'Index Kewensis, et nous l'avons trouvé, rattaché à *P. nigra* L. dans l'herbier du Muséum. Ceci nous prouve que la difficulté est parfois grande pour attribuer une place rigoureuse dans la systématique à certaines formes vivantes ; cette difficulté s'accroît encore quand il s'agit de formes fossiles. Nous avons signalé les analogies et les dissemblances de cette empreinte avec les espèces vivantes et fossiles, mais il nous paraît impossible de la rattacher avec certitude à telle espèce plutôt qu'à telle autre.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1868 a. Argiles de Marseille (An. Sc. nat. 5 s., t. 9, p. 30, pl. 3, f. 1).
HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., II, pl. 56, f. 7.

Populus glandulifera Heer

(Pl-texte XVI, fig. 2)

Gisement : Rochessauve.

Nous rattachons à cette espèce une feuille de 48 mm. de long sur 40 de large ; de forme ovale, avec des petites dents plutôt obtuses et serrées, elle possède un sommet acuminé et une base cordiforme. L'abbé BOULAY (1887, p. 20) trouve que cette empreinte diffère peu de *P. balsamoides* Gœpp. Si, en effet, par sa forme elle peut se rattacher à cette dernière espèce telle que l'a décrite et figurée GÖPPERT (1855), elle s'en éloigne par la nervation secondaire moins robuste que chez *P. balsamoides*. En effet : la nervure médiane est faible, les nervures secondaires au nombre de cinq ne sont pas non plus très marquées, en outre, elles n'aboutissent pas directement aux dents, mais avant d'atteindre la marge s'incurvent et par une série d'anneaux rejoignent la nervure suivante.

CHANEY et HU (1940) pensent que *P. glandulifera* est à rapprocher de l'actuel *P. Tremula* L., nous croyons qu'à cause de sa forme ovale, il se rattacherait plutôt aux variétés de *P. alba* croissant

en terrain sec et dont les feuilles ont tendance à devenir orbiculaires et à prendre une denticulation plus serrée, formée de dents plus aiguës.

P. glandulifera a été signalé dans l'Eocène de l'Alaska, l'Oligocène de la Mandchourie (Y. KONUKI, 1932), HEER (1854-59) décrit et figure plusieurs empreintes de ce Peuplier très proches de celles de Rochessauve, provenant du Miocène supérieur d'Ehningen. L'empreinte ardéchoise est très voisine du *P. glandulifera* du Miocène supérieur du Shantung (Chine), (CHANEY et HU, 1940), cette dernière, bien qu'un peu plus orbiculaire, a une nervation et une denticulation identiques à celles de l'empreinte que nous venons de décrire.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., II, p. 17, pl. 58, f. 5-11.
 KONUKI Y. : 1932. Fushun School, p. 4.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 25, pl. 4, f. 2-3.

Populus balsamoides Goeppert

(Pl.-texte XVI, fig. 4, 6, 7 ; Pl.-texte XVII, fig. 1, 2 et Pl. III, fig. 6)

Gisement : Rochessauve.

Deux grandes feuilles, presque entières, mais dont la nervation n'est qu'imparfaitement conservée, et plusieurs fragments originaires de Rochessauve, rappellent par leur allure générale, les feuilles décrites par GÖPPERT (1855), par GAUDIN (1858), par LAURENT (1904-05). Ce sont de grandes feuilles mesurant 85-90 mm. de haut sur 60-65 mm. de large ; de forme ovale-deltaïde, à base tronquée, à sommet terminé en pointe élargie, pourvue de dents marginales fortes et obtuses. La nervure médiane est beaucoup plus forte que les autres, qui, au nombre de 7-8, se détachent de la principale sous un angle assez grand, se recourbent en se dirigeant vers la marge et avant de l'atteindre rejoignent la nervure suivante.

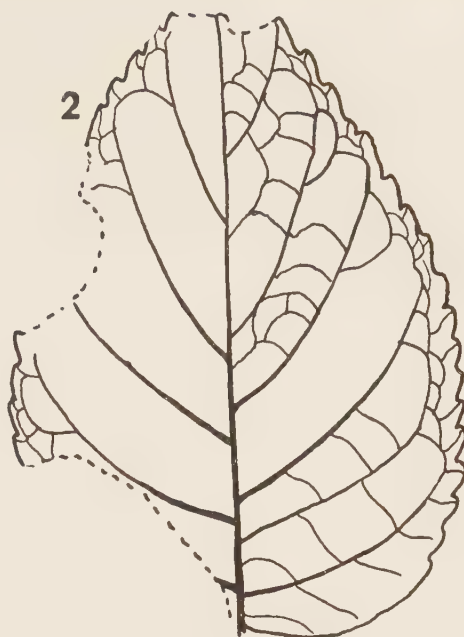
De la base du pétiole partent deux paires de nervures, la première paire, moins marquée et plus courte, longe la base de la feuille, tandis que la deuxième paire, beaucoup plus forte, se détache de la principale plus obliquement que toutes les autres. Le réseau tertiaire, lorsqu'il est visible, est formé par des nervures flexueuses, entières ou bifurquées, reliant les nervures secondaires entre elles. Elles sont à leur tour réunies par des nervilles subparallèles aux nervures secondaires, donnant naissance à un réseau ultime formé de mailles serrées et irrégulières.

P. balsamoides a certains traits communs avec *P. palæomelas* Sap., mais la denticulation de ce dernier est plus fine et la deuxième paire de nervures basilaires, plus oblique, rejoint la marge à une distance du sommet, inférieure à la moitié de celle qui sépare ce dernier de la base du pétiole, alors que chez *P. balsamoides* cette jonction se fait presque aux $2/3$ du pourtour.

P. balsamoides a été trouvé par C. CONDIT (1938) dans le Pliocène inférieur de San Pablo, sur les flancs des Coast Ranges, parallèlement et à 30 miles de la baie de San Francisco. Cet auteur reproduit une empreinte magnifique qui rappelle étonnamment celles de Rochessauve, bien que les dents soient légèrement plus apiculées chez l'espèce américaine que chez notre échantillon. Toujours d'après le même auteur, les Peupliers miocènes et pliocènes de l'Ouest des U.S.A. se rattachent à deux groupes :

PLANCHE-TEXTE XVII

1. — *Populus balsamoides* Gœpp., (Rochessaue).
2. — *P. balsamoides* Gœpp., (Charay).
3. — *P. palæomelas* Sap., (Rochessaue).
4. — *P. massiliensis* Sap., (Charay).



2cm

1°. — A celui de *P. grandidentata* Michx. avec l'espèce fossile *P. balsamoides*.

2°. — A celui de *P. aurea-tremuloides* Michx. avec l'espèce fossile *P. pliotremuloides* Axelrod.

Le premier groupe représente des types qui croissent dans des conditions de température plus douce et d'humidité plus grande, tandis que ceux du deuxième groupe croissent sous un climat plus rude et plus sec.

Nous n'avons malheureusement pas eu la documentation voulue pour comparer le *P. balsamoides* de Rochessaue, avec les espèces actuelles. Nous sommes donc obligé de nous en rapporter aux auteurs qui ont déjà étudié cette espèce fossile, tels que C. CONDIT et LAURENT (1904-05) ; ce dernier, tout en rapprochant *P. balsamoides* de *P. balsamifera* L., constate que le Peuplier fossile de la Mougudo est une espèce sensiblement différente de celles qui peuplent aujourd'hui l'Europe.

P. balsamoides n'est signalé qu'à partir de l'Oligocène de Lausanne et de Neftenbach (Suisse), (HEER, 1854-59) ; MASSALONGO (1859) le découvrit dans le Miocène supérieur de Sinigaglia (Italie), et GËPPERT (1855) dans celui de Schossnitz. On le connaît encore dans le Mio-Pliocène de San Pablo (Californie), (C. CONDIT, 1938), dans le Plaisancien de la Mougudo (LAURENT, 1904-05) et dans celui de Montajone (Toscane), (GAUDIN, 1858).

BIBLIOGRAPHIE

HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., II, p. 18, pl. 60, f. 1-3 ; pl. 63, f. 5, 6.

GËPPERT : 1855. Schossnitz, p. 23, pl. 15, f. 5, 6.

MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 246, pl. 19, f. 4 ; pl. 28, f. 1.

Carlton CONDIT : 1938. The San Pablo Fl. of W.C. Calif, p. 254, pl. 4, f. 3 ; pl. 5, f. 3.

LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 103, pl. 9, f. 4.

GAUDIN : 1858. Toscane, 1^{er} Mém., p. 29, pl. 3, f. 1-5.

Populus palaeomelas Saporta

(Pl.-texte XVII, fig. 3)

Gisement : Rochessaue.

Nous attribuons à cette espèce une feuille, presque entière, de forme ovale-subdeltoïde ; elle devait se terminer en pointe, c'est du moins, en l'absence du sommet, ce que l'allure générale permet de conclure. Le limbe est traversé par une nervure principale, droite et forte, qui donne naissance à la base à six nervures, dont l'une a été enlevée par l'échantillonnage ; les basilaires sont moins marquées que la paire la plus interne, formée par des nervures bien prononcées, obliques, ascendantes, qui émettent de nombreuses ramifications sur le côté extérieur. La deuxième paire de nervures secondaires prend naissance sur la principale à une distance assez grande des basilaires internes, elle est suivie par quatre autres paires de nervures secondaires, subopposées ou alternes, de moins en moins marquées. Elles suivent le bord du limbe, et donnent des anastomoses dont l'une va au centre de la dent et l'autre dans l'angle du sinus ; les anastomoses tertiaires, subparallèles entre elles, s'insèrent presque perpendiculairement sur les nervures secondaires. Le réseau ultime est formé par des mailles polygonales irrégulières, assez denses. Les dents marginales, visibles seulement sur une faible partie du pourtour, sont petites et serrées vers le sommet, ailleurs elles sont plus espacées et plus obtuses.

L'empreinte de Rochessaue se distingue de celle de l'Aquitaniens d'Armissan (SAPORTA, 1865 b) par l'angle d'insertion des nervures secondaires sur la médiane, qui, sauf pour la dernière paire, est

plus petit chez le Peuplier miocène. Elle diffère aussi de *P. balsamoides* Goepp. par sa forme moins étalée et surtout par une nervation moins marquée, par les angles des nervures secondaires, avec la médiane, plus petits, par des dents en général plus fines et plus serrées vers le sommet.

DE SAPORTA (1865 b) rapproche *P. palæomelas* de *P. ciliata* Wallich., de l'Himalaya. Nous avons trouvé dans l'herbier du Muséum, des feuilles de *P. monilifera* Ait., sans indication du lieu d'origine, dont certains spécimens ont une forme identique à celle de l'empreinte fossile. En outre, leur nervation rappelle celle de l'empreinte de Rochessauve : 4-5 paires de nervures s'insèrent sur la base du pétiole, la paire la plus interne est très ascendante et vient, comme chez l'espèce fossile, rejoindre la marge au 1/3 du limbe, à partir du sommet. De plus les feuilles de ce Peuplier vivant, comme celles de *P. palæomelas*, sont parcourues par 7-8 paires de nervures secondaires.

Mais, dans l'ensemble, les caractères morphologiques foliaires sont si variables dans l'espèce vivante que s'ils permettent d'indiquer de l'affinité entre les deux espèces, il est impossible de conclure à une identité parfaite entre l'empreinte fossile de Rochessauve et les feuilles de *P. monilifera*.

Nota :

L'abbé BOULAY (1887, p. 19) signale la présence de *P. latior* Al. Br. à Rochessauve et à Charay, nous avons retrouvé, dans ses notes manuscrites, les dessins de cette espèce et la description qu'il en donne. Nous n'avons pas cru pouvoir rattacher les empreintes des gisements précités à *P. latior* Al. Br. qui d'après HEER doit être rapproché de *P. monilifera*. Les feuilles attribuées par l'abbé BOULAY à *P. latior* ont toutes une forme suborbiculaire ou subovale-deltatoïde, et des dents arrondies, caractères que l'on retrouve chez *P. Tremula* L. ou chez *P. balsamoides* Goepp. Nous avons donc rattaché ces feuilles à celles de ces deux groupes de Peupliers.

BALSAMIFLUACÉES

GENRE LIQUIDAMBAR

Liquidambar europaea Al. Braun

(Pl.-texte XVIII, fig. 1 à 4 ; Pl.-texte XLIII, fig. 2, 3 et Pl. IV, fig. 1)

Gisement : Rochessauve.

Le genre *Liquidambar* comprend trois espèces actuelles : *L. styraciflua* L. (Pl.-texte XLIII, fig. 1 ; Pl.-texte XIX, fig. 2), vit en Amérique du Nord et en Amérique Centrale. Ses feuilles ont habituellement cinq lobes, ovales, lancéolés, aigus, ordinairement non divisés. La denticulation est fine et serrée. La base du limbe est tronquée ou en cœur. Le pétiole mesure de 6 à 12 cm.

L. orientalis Mill. (Pl.-texte XIX, fig. 4). Habite l'Asie mineure et les îles voisines. Ses feuilles ont cinq lobes irrégulièrement sinués ou sublobulés, la denticulation est peu serrée et peu accentuée, la base est subcordée.

L. formosana Hance (Pl.-texte XIX, fig. 1). Croît en Extrême-Orient (Tonkin, Laos, Annam, Haïnan, Chine du Sud et S.E. de Formose, Japon, Corée). Il possède des feuilles habituellement trilobées, à lobes simples et acuminés plus ou moins divergents, la denticulation est serrée, la base est cordiforme.

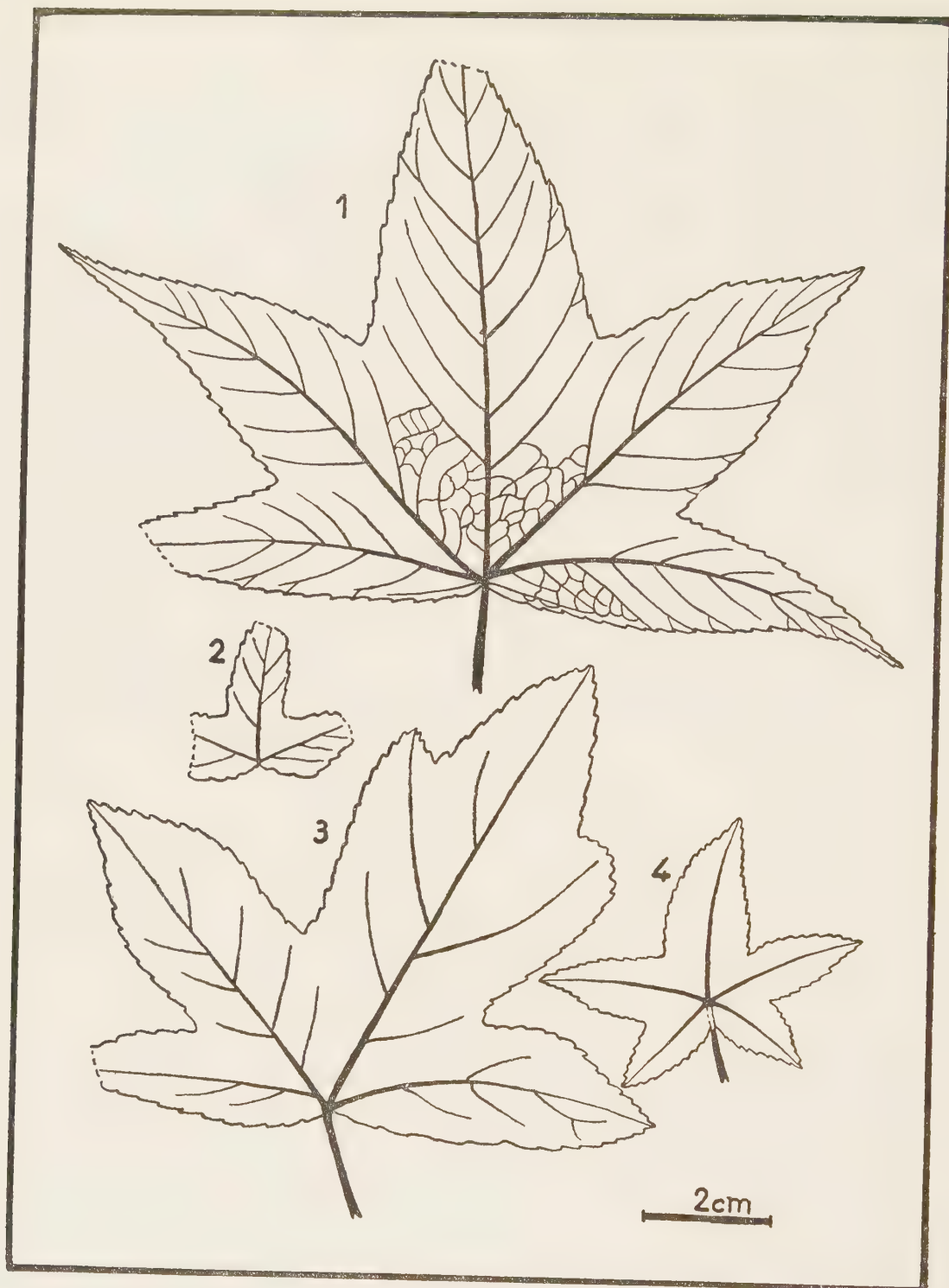


PLANCHE-TEXTE XVIII

1, 2, 3. 4. — *Liquidambar europæa* Al. Br., (Rochessaue).

D'après LAURENT et MARTY (1923, p. 43), dans les feuilles de *L. styraciflua*, le pétiole, à son entrée dans le limbe, s'épanouit et donne naissance immédiatement à cinq nervures qui se rendent directement au sommet des lobes, tandis que chez *L. orientalis*, le pétiole ne donne naissance qu'à trois nervures qui vont dans les lobes supérieurs. Sur les deux nervures latérales et à une petite distance de la base, partent les nervures qui aboutissent aux lobes inférieurs. D'autre part, les fruits, en capsules déhiscentes, sont groupés en glomérules dont l'aspect rappelle ceux du Platane; ils ont un diamètre de 12 à 15 mm. pour *L. orientalis*, mais sont plus gros chez *L. styraciflua*.

Dans une monographie récente, sur le genre *Liquidambar*, M. le Chanoine DEPAPE (1951, p. 89) a montré, à la suite de nombreuses observations faites au Muséum de Paris et sur des *L. styraciflua* cultivés à Lille, que ces caractères distinctifs n'avaient rien d'absolu et que l'affinité est étroite entre les divers types actuels.

Les nombreuses empreintes en provenance du gisement que nous étudions, ont été recueillies par l'abbé BOULAY à Rochessaive et correspondent à *L. eurapæa* Al. Br. Ce sont, pour la plupart, des feuilles de grande taille, l'une d'elles (Pl.-texte XVIII, fig. 1), bien qu'incomplète ne mesure pas moins de 12 cm. de large à la base, et 80 mm. de la base du pétiole au sommet du lobe médian; quelques-unes, par contre, sont de taille plus réduite (Pl.-texte XVIII, fig. 2, 4). Presque toutes ont cinq lobes; chez quelques-unes, ces lobes sont ovales, lancéolés, aigus; chez d'autres, ils sont plus obtus. Ils ne sont pas, dans l'ensemble, divisés en lobules latéraux et présentent tous une denticulation serrée. Les cinq nervures principales partent, chez la plupart de nos feuilles, du sommet du pétiole et aboutissent aux extrémités des lobes. Cependant, quelques spécimens montrent trois nervures seulement, émergeant du pétiole (Pl.-texte XVIII, fig. 2, 3; Pl.-texte XLIII, fig. 2, 3) et les deux nervures des lobes inférieurs naissent de deux latérales, comme dans *L. orientalis* Mill. Chaque nervure principale émet un certain nombre de nervures secondaires qui se recourbent le long du bord et s'unissent en camptodromie, les dents étant desservies par des petites anastomoses tertiaires. L'espace compris entre deux secondaires est occupé par un réseau tertiaire formé de grandes mailles irrégulièrement polygonales, assez lâches. Les feuilles de *Liquidambar* pourraient, parfois, à première vue, être confondues avec celles du genre *Acer*, mais les petites dents aiguës et la faible densité du réseau veineux, permettent de distinguer facilement une feuille du premier genre de celle du second.

Par sa denticulation serrée, la forme générale des feuilles, le réseau tertiaire, le *L. europæa*, se rattache à *L. styraciflua*; cependant certaines feuilles ont des caractères communs avec *L. orientalis*. D'autre part, Mme REID (in LAURENT et MARTY, 1923, p. 42) pense que les fruits de *L. europæa*, des argiles pliocènes de Reuver (Hollande), ressemblent plus à ceux de l'espèce d'Orient qu'à ceux de l'espèce américaine. On trouve donc chez l'espèce fossile, des caractères communs à toutes les espèces actuelles de *Liquidambar*. C'est d'ailleurs ce que constate M. DEPAPE (1951, p. 93), en conclusion de son étude sur ce genre: « Les formes fossiles ne dépassent pas dans leurs variations les limites que l'on peut observer dans *L. styraciflua*, lequel paraît constituer le type fondamental du genre, ses variations tendant à reproduire tous les autres types; c'est donc une véritable forme synthétique, comme semble l'avoir été chez nous le *Liquidambar* d'Europe ».

Le *L. europæa* apparaît dès l'Eocène, au Groenland (Ile Disco), (HEER, 1868-83), des espèces voisines sont, à cette époque, dans l'Oregon (U.S.A.), (KNOWLTON, 1902), la Sierra Nevada (U.S.A.) (POTBURY, 1935), le Tennessee (U.S.A.), (BERRY, 1930). A l'Oligocène on le trouve, aux U.S.A., dans le Wyoming, dans le Green River Group (LESQUEREX, 1883), et en Suisse dans la Mollasse aquitanienne de Hohe-Rhonen (HEER, 1954-59). Il s'épanouit dans le Miocène d'Europe; on

le rencontre, pour la première fois en France, dans le Burdigalien de Gergovie (BOULAY, 1899), en Europe centrale dans celui de Bilin (ETTINGSHAUSEN, 1866), dans le Miocène moyen de Parschlug (Styrie), (UNGER, 1847) ; on le retrouve dans le Miocène supérieur d'Ēhningen (Suisse), (HEER, 1854-59), de Vienne (Autriche), (ETTINGSHAUSEN, 1851), de Sinigaglia (Italie), (MASSALONGO, 1859), de La Bourboule (LAUBY, 1910), de Schosnitz (GĖPPERT, 1855). CHANEY et HU (1940) signalent la présence, dans le Miocène supérieur de Shanwang (Chine), de *L. miocenica* Chaney et Hu, qu'ils rapprochent de l'actuel *L. formosana* Hance. Nous retrouvons *L. europæa* dans tout le Pliocène d'Europe : dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), dans celui de Reuver (LAURENT et MARTY, 1923), dans le Pliocène moyen de Meximieux (SAPORTA et MARION, 1876), de Théziers (Gard), (BOULAY, 1890), de Barcelone (ALMERA, 1907), en Extrême-Orient dans celui de Mogi (Japon), où NATHORST (1883) et FLORIN (1920) ont recueilli des empreintes foliaires de *Liquidambar* se rattachant à *L. styraciflua* et à *L. formosana*. L'existence, en Extrême-Orient, des deux espèces confirme l'opinion de HANCE sur la parenté de son *L. formosana* avec *L. styraciflua* L.

Enfin, au Quaternaire il est signalé à Massa Maritima (Toscane), (GAUDIN et STROZZI, 1858). Présent en Europe, dès l'Oligocène, le *Liquidambar* n'en disparaît qu'au Quaternaire. Il est à remarquer que le genre n'a pas été rencontré dans les riches flores stampiennes du Sud-Est de la France : bassin de Manosque-Apt, bassin d'Aix-Marseille, ni dans la flore aquitanienne d'Armissan (Aude). Il est également absent des flores miocènes et pliocènes du Cantal.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1871. Flora fossilis arctica, II, North Greenland, p. 468, pl. 41, f. 13.
 KNOWLTON : 1902. Foss. Fl. of the John Day Basin, p. 62-63.
 POTBURY : 1935. The La Porte Fl. of Plumas County, California, p. 69, pl. 6, f. 5.
 BERRY : 1930. Rev. of the Lower Eo. Wilcox Fl. of the S.E.S., p. 72, pl. 21, f. 8.
 LESQUEREUX : 1891. Fl. of Dakota Group, p. 75.
 BOULAY : 1899. Gergovie, p. 67, pl. 8, f. 92-93.
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, I, p. 81 (160), pl. 29, f. 1.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., t. 2, p. 6, pl. 51-52.
 LESQUEREUX : 1883. Fl. of the Green River, p. 159, pl. 32, f. 1.
 UNGER : 1847. Chloris Protog., p. 120, pl. 35, f. 1-5.
 ETTINGSHAUSEN : 1851. Wien, p. 15, pl. 2, f. 19-22.
 MASSALONGO : 1859. Fl. foss. de Sinig., p. 237, pl. 12, f. 4 ; pl. 14, f. 6.
 LAUBY : 1910. Recherches paléophytologiques, p. 192.
 GĖPPERT : 1855. Schosnitz, p. 22, pl. 12, f. 6-7.
 CHANEY et HU : 1940. Fl. from Shantung, p. 46, pl. 23, f. 1-2.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 197, pl. 13, f. 12-13.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 41, pl. 12, f. 10 ; pl. 13, f. 1.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 102, pl. 25, f. 1-4.
 BOULAY : 1890. Théziers, p. 33, pl. 4, f. 4.
 ALMERA : 1907. Fl. plioc. de los alr. de Barcelona, p. 324, pl. 24, f. 2.
 NATHORST : 1883. Fl. du Japon, p. 55, pl. 8, f. 6-9.
 FLORIN : 1920. Zur Ken. Der Jung. Pflanz. Japans, p. 20, pl. 3, f. 4-5 ; pl. 6, f. 4.
 GAUDIN et STR. : 1858. Toscane, 1^{er} Mém., p. 30, pl. 5, f. 1-3.
 DEPAPE : 1951. Arbres exotiques cultivés à Lille (Bul. Soc. Bot. du N. de la Fr., t. 4, n° 4, p. 87-95).

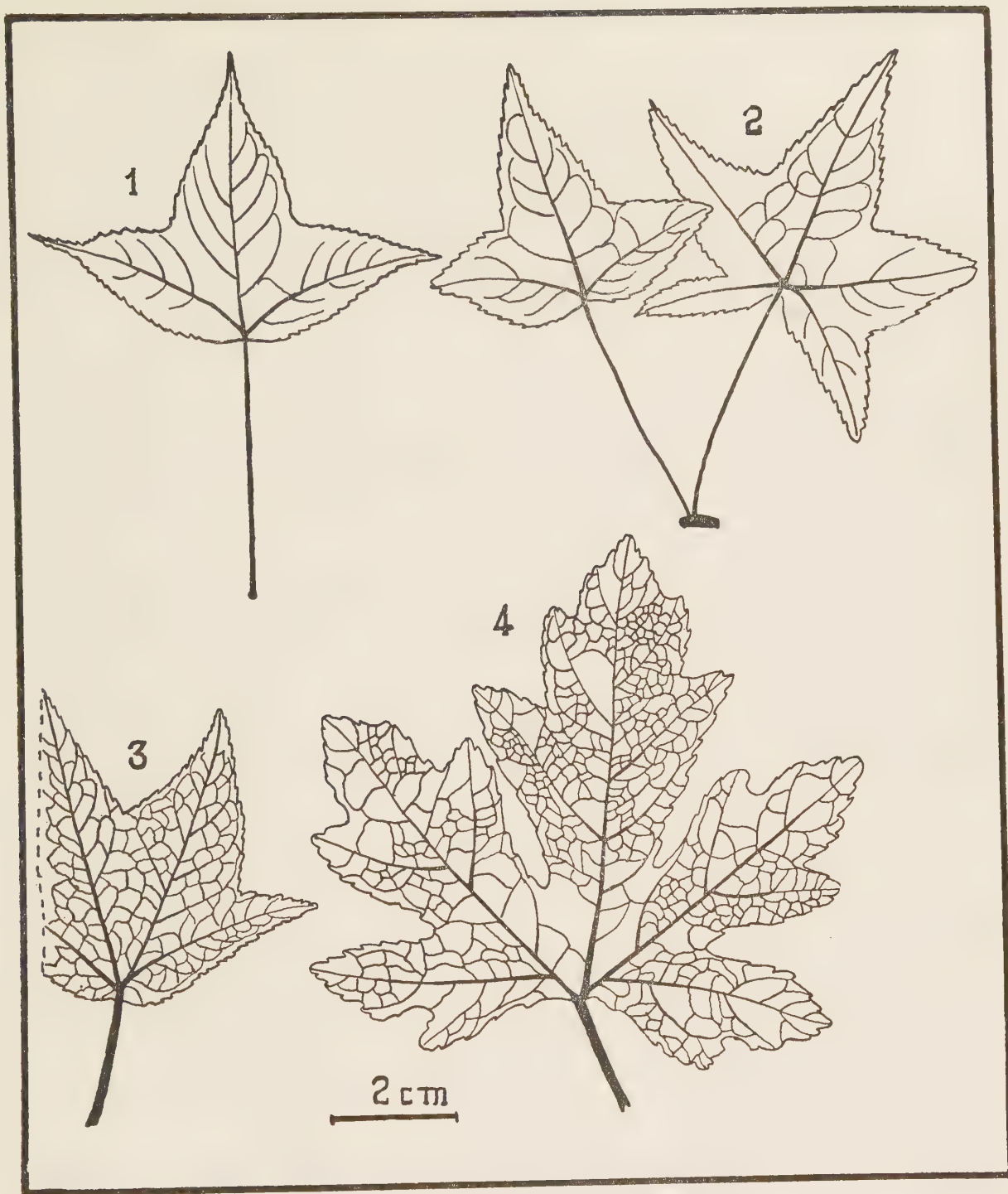


PLANCHE-TEXTE XIX

1. — *Liquidambar formosana* Hance, (Herbier de Kew).
2. — *L. styraciflua* L., (Herbier Muséum).
3. — *L. europæa* Al. Br., (Burdigalien de Gergovie près Clermont-Fd, Puy-de-Dôme).
4. — *L. orientalis* Mill., (Jardin Botanique de Montpellier).

AQUIFOLIACÉES

GENRE ILEX

***Ilex acuminata* Saporta**

(Pl.-texte XX, fig. 5)

Gisement : Rochessauve.

Un échantillon de Rochessauve montre une feuille incomplète, avec l'acumen du sommet, tout le bord d'un côté et la nervure médiane. L'abbé BOULAY (1887, p. 30), qui recueillit cette empreinte, en donne la description suivante : « Ce fragment coïncide très bien avec la figure et la description que donne SAPORTA de *Ilex acuminata*. Les dents conservées, au nombre d'une dizaine, sont rapprochées et vivement spinuleuses, les supérieures surtout ; ce qui reste du tissu est bien d'un *Ilex*, les nervures secondaires ne pénètrent pas dans les dents ». A cette description, nous ajouterons simplement que les dents de la feuille de Rochessauve sont plus nombreuses que chez l'empreinte décrite par DE SAPORTA.

Cette portion de feuille est en très mauvais état et en dehors des dents et de la portion du contour fort bien conservés, rien ne nous permettrait de dire que nous sommes en présence d'un *Ilex*. Il est probable que lorsque BOULAY recueillit cette feuille, elle lui permit de fournir une diagnose plus certaine qu'à l'heure actuelle où l'on n'aperçoit plus le tissu et où les nervures secondaires ont presque totalement disparu.

SAPORTA rapproche *Ilex acuminata* de *I. latifolia* Thunb., espèce actuelle du Japon. Mais vu le mauvais état de notre fossile, il ne nous a pas été possible de vérifier l'affirmation de ce paléobotaniste.

***Ilex berberidifolia* Heer.**

(Pl.-texte XX, fig. 6)

Gisement : Rochessauve.

Cette espèce que l'abbé BOULAY signale à Rochessauve, est représentée par une feuille dans laquelle les nervures ne sont que peu visibles. Elle est oblongue, légèrement obovée, obtuse, assez brièvement atténuée à la base. Le contour du tiers supérieur ne laisse voir que trois ou quatre petites dents conniventes, rigides, mais il est possible que la feuille vivante en ait possédé davantage. Les nervures secondaires sont très grêles et irrégulières, le réseau fondamental est composé de petites mailles polygonales.

HEER (1854-59) rapproche cette espèce fossile de l'actuel *Ilex cassine* L. (Pl.-texte XX, fig. 8, 9, 10) qui croît, en particulier en Floride, dans le Sud de la Louisiane, et en Caroline. Nous avons trouvé, dans les herbiers du Muséum de Paris plusieurs exemplaires d'*I. cassine* provenant des terrains incultes et secs de Floride, dont les feuilles ont des dents et une nervation qui rappellent celles de notre *Ilex* fossile, mais la mauvaise conservation de l'empreinte de Rochessauve ne permet pas de conclure à une identité parfaite entre l'*Ilex* américain et la plante fossile de Rochessauve.

***Ilex undulata* N. Boulay**

(Pl.-texte XX, fig. 7)

Gisement : Rochessauve.

Enfin, nous possédons, toujours de Rochessauve, une troisième empreinte d'*Ilex* dont l'abbé BOULAY en donne, dans ses notes manuscrites, la description suivante : « Une feuille, dont le sommet fait défaut, de grande taille, elliptique ou légèrement obovée, régulièrement atténuée à la base et munie d'un gros pétiole court. Elle possède huit à neuf paires de nervures secondaires espacées, dont cinq bien visibles, qui font avec la médiane un angle d'environ 45°. Le bord est ondulé, un peu infléchi en dessous et relevé de saillies très obtuses qui représentent des dents très émoussées. Celles du sommet étaient peut-être plus saillantes. L'empreinte semble avoir subi l'action d'une forte chaleur qui aurait contracté le mésophylle, tandis que l'épiderme, avec sa cuticule plus coriace, a résisté d'abord, et s'est plissé ensuite vaguement en un réseau irrégulier. La longueur de la partie conservée est de 7 cm., mais la longueur probable de la feuille entière devait être de 9 ou 10 cm. La plus grande largeur est 42 mm. Par l'ensemble de ses caractères, cette feuille se lie tellement à l'*Ilex spinescens* Sap., d'Armissan, que j'avais d'abord pensé à la réunir spécifiquement à ce type comme variété inervis ».

Cette feuille, comme la plupart des *Ilex*, a un aspect coriace qui ne permet pas d'apercevoir la nervation ultime. Il est fort probable que nous sommes en présence d'un *Ilex*, mais il nous est impossible d'opérer un rapprochement avec les espèces actuelles, rapprochement qui ne serait basé que sur la forme du contour et l'aspect coriace de l'épiderme : deux caractères insuffisants pour une attribution spécifique, qui nécessite, pour être valable, la concordance de l'ensemble des caractères.

Le genre *Ilex* a été signalé par HEER (1868-83) dans le Crétacé d'Atenekerdluk (Groenland), il abonde dans l'Aquitanién d'Armissan, SAPORTA (1865 b) décrit plusieurs espèces provenant de cette localité ; on le rencontre encore dans le Miocène d'Ehningen (HEER, 1854-59), dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme), où MARTY (1912 b) le découvrit et le rapprocha de *Celastrus Acheruntis* N. Boul. M. DEPAPE (1922) en a décrit deux espèces provenant du Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), et de SAPORTA et MARION (1876) deux autres trouvées dans les tufs de Meximieux (Ain).

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Foss. Fl. arct., I, p. 124, pl. 48, f. 3-6.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., III, p. 72, taf. 122, f. 12-18.
 MARTY : 1912 b. Trois espèces nouvelles, Fl. foss. Massif Cent., p. 6.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 194, f. 34, pl. 15, f. 1-5.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 164.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 188 et p. 193, pl. 11, f. 2, 4).

CÉRATOPHYLLACÉES

GENRE CERATOPHYLLUM

***Ceratophyllum* aff. *C. demersum* Linné**

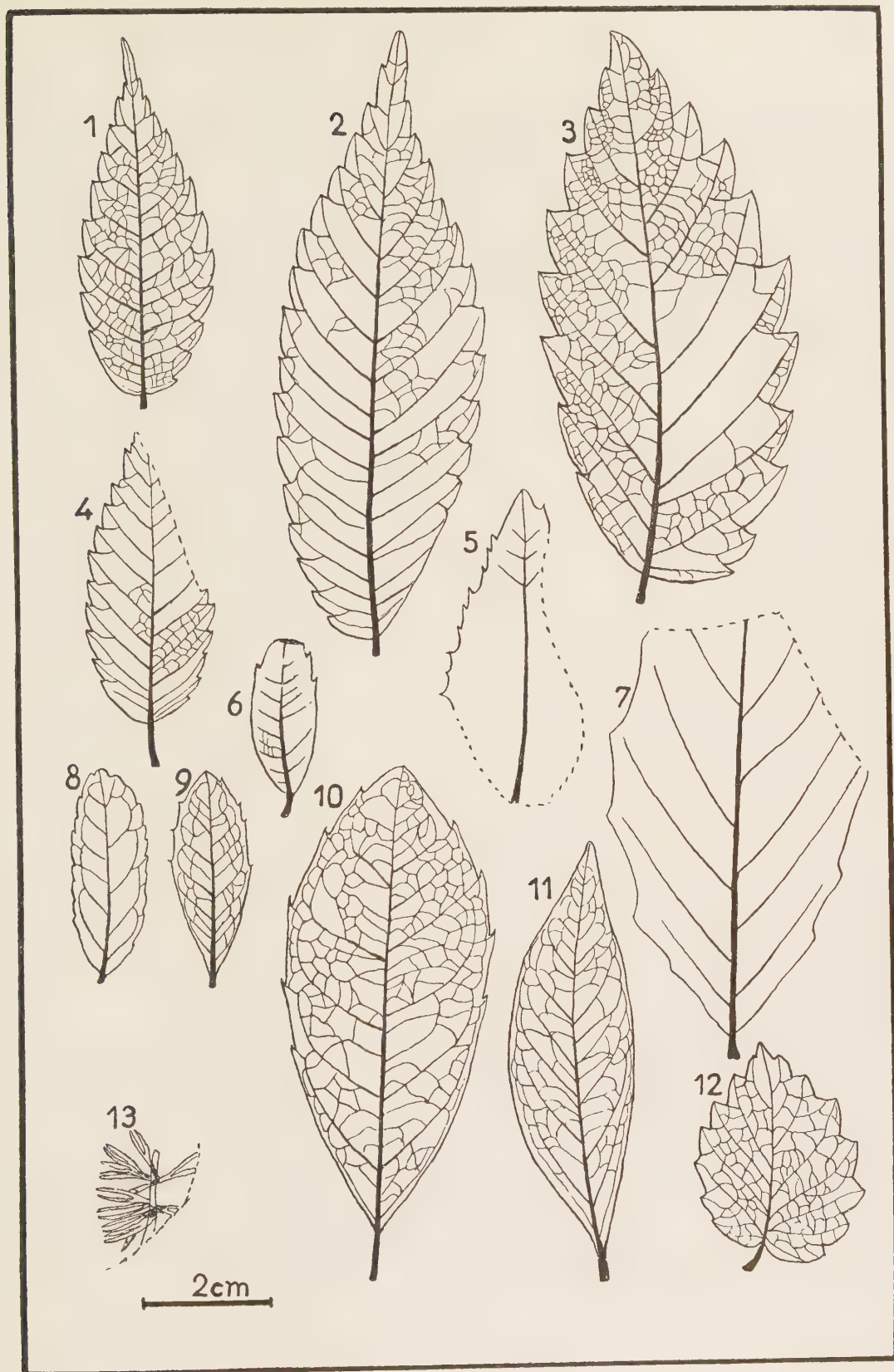
(Pl.-texte XX, fig. 13)

Gisement : Charay.

Un fragment de tige, long de 16 mm. porte deux verticilles qui sont respectivement munis de cinq et quatre feuilles linéaires, conservées sur une longueur d'environ 1 cm. et qui se divisent

PLANCHE-TEXTE XX

- 1, 2. — *Zelkova acuminata* Planch., (Herbier Muséum).
3. — *Z. crenata* Spach, (Jardin Botanique de Madrid).
4. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata* Planch., (Charay).
5. — *Ilex acuminata* Sap., (Rochessaue).
6. — *I. berberidifolia* Heer., (Rochessaue).
7. — *I. undulata* N. Boul., (Rochessaue).
- 8, 9, 10. — *I. cassine* L., (Herbier Muséum).
11. — *Ardisia paucinervis* N. Boul., (Rochessaue).
12. — *Zelkova crenata* Spach, (Jardin Botanique de Madrid).
13. — *Ceratophyllum demersum* L., (Charay).



dichotomiquement à 4 ou 5 mm. de la tige. Cette empreinte rappelle les tiges de l'actuel *C. demersum* L., plante aquatique qui habite les eaux douces de toute l'hémisphère nord tempérée et sub-tropicale.

SAPORTA (1891) signale la présence, dans le Stampien de Manosque, de *C. aquitanicum* Sap. qu'il rapproche de l'actuel *C. submersum* L. CHANEY et HU (1940) ont décrit et figuré une empreinte de *C. miodemersum* Chaney et Hu, qui s'apparente à l'espèce vivante; nous-même avons découvert (1951) une empreinte de *C. demersum* dans le Villafranchien du Crozas près Le Puy (Haute-Loire) comparable à celle de Charay.

BIBLIOGRAPHIE

SAPORTA : 1891. Manosque, p. 19, pl. 2, f. 8-10.

CHANEY et HU : 1940. Fl. fr. Shantung, p. 42, pl. 19, f. 4-6.

GRANGEON : 1951. Gisement Ceysac-Crozas. (B.S.G.F., 6 s., t. 1, p. 79, pl.-texte 1, f. 10).

ULMACÉES

GENRE ZELKOVA

Zelkova Unger Kovats aff. **Z. crenata** Spach

(Pl.-texte XXI, fig. 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 19, 20 et Pl. II, fig. 14)

Gisements : Rochessaube, Charay, Pourchères.

On trouve, soit à Rochessaube, soit à Charay ou à Pourchères, de nombreuses empreintes qui toutes, appartiennent à *Z. Unger* des Paléobotanistes. Mais, quand on examine de près, soit les empreintes fossiles de l'Ardèche, soit celles représentées par les différents auteurs, on s'aperçoit que l'on a affaire à des feuilles un peu différentes les unes des autres, que l'on doit d'ailleurs ranger en séries; à chacune de ces séries, correspond une forme spéciale assez nette pour l'ensemble des échantillons, mais fluctuante et mal aisée à définir quand on compare les termes extrêmes de chacune d'elles.

Une première série présente de l'affinité avec l'actuel *Z. crenata* Spach (Pl.-texte XX, fig. 3, 12), arbre de 25 à 30 m., cantonné aujourd'hui dans les forêts montagneuses du N.-E. de la Perse, du littoral de la Mer Noire, et dont une variété *Z. cretica* Spach, habite l'île de Crète. Les empreintes fossiles que nous rattachons à *Z. crenata* sont, comme les feuilles de la plante vivante, de forme plus ou moins ovale, à base arrondie, à sommet non acuminé, de taille variant de 21 mm. de long sur 13 mm. de large, à 55 mm. de long sur 35. Toutes sont parcourues par 6 à 9 (en moyenne 6-7) nervures secondaires simples ou bifurquées, qui aboutissent à un nombre égal de dents obtuses. Le réseau tertiaire, en général peu apparent, est formé par des mailles pentagonales alternes. Les caractères les plus constants dans cette série d'empreintes sont : le nombre des nervures secondaires 6-9 paires, et les dents arrondies.

Zelkova Ungerii Kovats aff. *Z. acuminata* Planchet

(Pl.-texte XX, fig 4 ; Pl.-texte XXI, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 18 et Pl. I, fig. 22)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Une deuxième série de feuilles, rencontrées à Charay et à Rochessauve, se distingue des premières par des formes plus allongées, à sommet parfois longuement acuminé, à base atténuée ou arrondie parcourues par 10-13 paires de nervures secondaires qui aboutissent à des dents, en général plus aiguës que dans la série précédente, et mucronées. Le réseau tertiaire, assez irrégulier, est formé de nervilles qui se subdivisent pour donner entre elles deux séries de mailles rectangulaires ou pentagonales, plus rarement hexagonales. Ce réseau, identique à celui des feuilles de l'actuel *Z. acuminata*, est moins régulier et moins serré que celui de *Z. sinica* Schneider et *Z. Davidii* Planchet. Mais, si les formes bien typiques se distinguent facilement de celles de *Z. aff. crenata* Spach, il n'en est pas de même des formes de *Z. aff. acuminata* qui ont une base arrondie. Cependant, chez ces dernières, le sommet est toujours plus allongé, et surtout le nombre des nervures secondaires, 11-13 paires, est constamment plus élevé. Par tous ces caractères, les empreintes de cette série se rattachent à l'actuel *Z. acuminata* Planchet, (*Z. keaki* Dipp.), (*Z. serrata* Mak.), dont le nombre de nervures secondaires, chez les échantillons que nous avons observés au Muséum, varie de 11 à 14 paires, la moyenne étant de 12-13 paires. Les feuilles sont, en général, plus ou moins acuminées au sommet et bordées par des dents terminées en pointe.

On pourrait aussi rapprocher nos échantillons fossiles, soit de *Z. sinica* Schneider, chez qui le nombre de nervures secondaires est en moyenne de 10-12 paires, mais dont les formes sont moins constamment et moins longuement acuminées que chez l'espèce précédente ; soit de *Z. Davidii* Planchet, de Chine également, dont les feuilles, de forme voisine de celle de nos empreintes, ont 11-12 paires de nervures secondaires, mais ici encore, elles sont moins fréquemment acuminées ; soit enfin de *Z. serrata* Makino, dont l'aire géographique s'étend du S.O. et du S.E. de la Chine jusqu'en Mandchourie, en Corée et au Japon et dont les feuilles, plus ou moins acuminées, ont 11-13 paires de nervures secondaires.

Bien que les empreintes miocènes du Coiron aient de l'affinité avec toutes ces espèces, c'est semble-t-il, avec *Z. acuminata* (*Z. serrata* Mak.) qu'elle est le plus accusée. C'est d'ailleurs à *Z. keaki* Dippel, synonyme de *Z. acuminata* Planchet, que Mr. et Mrs REID (1915) attribuent les fruits découverts dans le Plaisancien de Swalmen et Brunssum (Limbourg hollandais). Quoi qu'il en soit de l'affinité de nos fossiles avec telle ou telle espèce vivante, un fait est certain : on rencontre dans les alluvions miocènes sous-coironiques deux catégories de feuilles de *Zelkova* : les unes paucinervées, à dents obtuses plus ou moins ovales ; les autres à sommet plus ou moins longuement acuminé, à dents aiguës et surtout à nervures secondaires plus nombreuses. Il est donc logique d'admettre, comme le font d'ailleurs le plus grand nombre de paléobotanistes, qu'au Mio-Pliocène, vivaient côte à côte, en Europe, deux espèces de *Zelkova*, dont les restes ont été groupés sous le nom de *Z. Ungerii*.

Mais, comme le remarque LAURENT (1904-05, p. 148), « il semble difficile de pouvoir, avec quelques chances de succès, établir des différences rationnelles et sûrement spécifiques, sur les bases solides d'une analyse minutieuse des faits ». C'est pour cela que nous avons préféré ranger les empreintes ardéchoises dans l'espèce paléontologique, en indiquant simplement leur affinité plus ou moins grande avec les espèces vivantes.

Le genre *Zelkova*, qui apparaît dans l'Eocène du Groenland (HEER, 1868-83) et de l'Alaska

PLANCHE-TEXTE XXI

1. — *Zelkova Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata* Planch., (Pliocène de Niac, Cantal).
- 2, 3, 4. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Pontien de Joursac, Cantal).
5. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Pliocène de Varennes-lac Chambon, Puy-de-Dôme).
6. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata* Spach, (Rochessauve).
7. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Pontien de Lugarde, Cantal).
8. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata* Spach, (Rochessauve).
9. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Charay).
10. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Miocène supérieur d'Ehningen, Suisse).
11. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Ehningen).
12. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Pliocène de la Mougudo, Cantal).
13. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Pliocène de Varennes-lac Chambon, Puy-de-Dôme).
14. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Pliocène de Saint-Marcel, Ardèche).
15. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Rochessauve).
- 16, 17, 19. — *Z. crenata* Spach, (Herbier Boulay).
18. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata*, (Rochessauve).
20. — *Z. Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata*, (Charay).



(HEER, *ibid.*), se répand, à l'Oligocène, en Sibérie, en Mandchourie et en Europe, où il prend au Miocène et au Pliocène une extension considérable. Parmi les principaux gisements, où l'on trouve *Z. Unger*, on peut citer : au Stampien : St-Zacharie (Var), (SAPORTA, 1888 b), Manosque (SAPORTA, 1891) ; au Miocène : la Mollasse suisse (HEER, 1854-59), Parschlug (UNGER, 1847), Erdöbénye (KOVATS, 1856 a), Theben-Neudorf bei Presburg (BERGER, 1951), Zalesce (H. CZECZOTTOWA, 1951), Joursac (MARTY, 1903), Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), La Bourboule (MARTY et L. GLANGEAUD, 1936), Lugarde (MARTY, 1912 a), l'Aubrac (MARTY, 1931), la Cerdagne (RÉROLLE, 1884-85), Gourgouras (GRANGEON, 1953), Shanwang (Chine), (CHANEY et HU, 1940) ; au Pliocène : Varennes-lac Chambon (BOULAY, 1892), Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE 1922), Reuver (LAURENT et MARTY, 1923), La Mougudo (LAURENT, 1904-05), Francfort-sur-le-Main (MÄDLER, 1939). Notons que dans la plupart de ces gisements, on rencontre des formes ayant de l'affinité avec *Z. acuminata* et d'autres avec *Z. crenata* ; enfin, certaines, par leur allure générale, se rapprochent de *Z. acuminata*, mais ont un nombre de nervures secondaires plus petit que la moyenne rencontrée chez cette espèce vivante, elles font partie de ces formes de passage qu'il est difficile de ranger dans une catégorie plutôt que dans une autre.

Cependant, dans certains gisements, on ne rencontre qu'une catégorie de feuilles, tel est le cas, par exemple, des marnes plaisanciennes de Saint-Marcel (Ardèche) qui n'ont livré à M. le Chanoine DEPAPE (1922) que des feuilles de *Z. crenata*, et des argiles villafranchiennes de Ceyssac où nous n'avons découvert (1951) que des formes identiques à celles de *Z. crenata*. On pourrait en dire autant, semble-t-il, des calcaires marneux aquitaniens de Manosque qui renferment des feuilles classées par DE SAPORTA (1891) en deux espèces : *Z. Unger* et *Z. protokeaki* Sap. Les feuilles de la deuxième espèce ne se distinguent de celles de la première que par une forme plus allongée. La nervation est identique, chez ces deux espèces fossiles, à celle de l'actuel *Z. crenata* et la forme reproduit simplement les variations rencontrées au sein de l'espèce vivante. Remarquons, pour terminer, que le genre *Zelkova* répandu dans presque tous les gisements mio-pliocènes, semble n'avoir disparu d'Europe qu'au Quaternaire.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. Foss. arct., 7, p. 94, pl. 75, f. 11 ; pl. 89, f. 9 ; pl. 92, f. 9
 HEER : 1868-83. Fl. Foss. arct., 2, Alaska, p. 34, pl. 5, f. 2.
 SAPORTA : 1888 b. Orig. paléont. des arbres, p. 213, pl.-texte 25, f. 3-4.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., 2, p. 60, pl. 80, f. 3-12, 16, 17, 18, 19, 21, 22.
 UNGER : 1847. Chloris Prot., p. 94, pl. 24, f. 7-13 ; pl. 26, f. 7.
 KOVATS : 1856 a. Erdöbénye, p. 27, pl. 5, f. 9, 10, 11.
 BERGER : 1951. Theben-Neudorf, p. 276, pl.-texte 1, f. 8.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 46, pl. 9, f. 1-7.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 217, pl. 21, f. 6, 7, 9, 12.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 24, pl. D, f. 7.
 MARTY : 1912 a. Lugarde, pl. 1, f. 6.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 280, pl. 9, f. 10, 12, 14.
 CZECZOTTOWA : 1951. Zalesce, pl. 7, f. 1-8.
 CHANEY et HU : 1940. Fl. fr. Shantung, p. 41, pl. 15, f. 1, 3, 4 ; pl. 16, f. 1, 3.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 76, pl. 6, f. 2 ; pl. 10, f. 8.
 MÄDLER : 1939. Die Plioc. Fl. v. Frankfurt, p. 88, pl. 8, f. 3, 5.
 LAURENT et MARTY : 1923. Reuver, p. 38, pl. 13, f. 5.
 SAPORTA : 1891. Manosque, p. 75, pl. 19, f. 4-10.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 145, pl. 10, f. 5.
 GRANGEON : 1951. Bull. Soc. Géol. de Fr., 6 s, t. 1, p. 80, pl.-texte 2, f. 8-10.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 165, pl. 9, f. 1-4 et fig.-texte 24.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras, p. 312, pl.-texte 1, f. 4.

GENRE ULMUS

Ulmus Cocchii Gaudin aff. *U. americana* Linné

(Pl.-texte XXII, fig. 8, 9, 11, 17 et Pl. II, fig. 9)

Gisement : Charay.

Espèce très répandue à Charay ; souvent de plus forte taille que les spécimens figurés par GAUDIN (1858). La base est très inéquilatérale, asymétrique ; le bord le plus court remonte vivement au-dessus et se charge de dents assez fines, le sommet aigu ou diversement acuminé manque souvent ; les nervures secondaires, au nombre de 15 à 16 paires, bien visibles, font avec la médiane un angle d'environ 30° seulement ; le bord est garni de grandes dents aiguës, incurvées, ayant une ou deux denticules sur le bord externe. Ces feuilles sont souvent de grande taille et bien qu'incomplètes, certaines mesurent 7 à 8 cm. de long sur 3 à 5 de large.

C'est à l'actuel *U. americana* L. (Pl.-texte XXII, fig. 12, 14), qui habite les U.S.A. depuis la Géorgie jusqu'au 38° parallèle, que nous rattachons l'*U. Cocchii* Gaud, de Charay. En effet, l'espèce américaine présente de nombreuses nervures secondaires, comme chez les feuilles fossiles, s'insérant sur la principale sous un angle de même grandeur, de plus, comme dans nos échantillons, ces nervures ne se bifurquent que rarement en arrivant à la marge et portent simplement des anastomoses tertiaires qui se rendent dans les dents. Les dents de l'*U. americana* sont, en général, aiguës et recourbées en crochets, ce qui le différencie de *U. campestris*, et l'apparente étroitement à notre fossile. D'autre part, la base d'*U. americana* présente une dissymétrie du même ordre que celle de certaines feuilles miocènes de Charay (Pl.-texte XXII, fig. 9, 11). L'empreinte que nous représentons (Pl.-texte XXII, fig. 8) a une symétrie identique, mais la denticulation n'a pas été conservée sur tout le pourtour. Cependant, *U. americana* possède un sommet, en général, plus acuminé que chez l'espèce fossile.

Bien que les feuilles fossiles de l'Ardèche présentent de grandes analogies avec l'*U. americana*, il nous a paru préférable, à cause de la grande variabilité des caractères foliaires chez les *Ulmus*, de conserver à l'Orme miocène du Vivarais le nom paléontologique que GAUDIN (1858), donna aux empreintes du Val d'Arno identiques aux nôtres.

Deux Ormes qui rappellent notre *U. Cocchii* : l'*U. Ficheri* Heer et l'*U. Wimeriana* Goëpp. sont signalés par HEER (1854-59), respectivement, dans le Miocène d'Eriz (Suisse) et dans celui du Petit Mont près Lausanne.

Dans les cinérites plaisanciennes de la Mougudo (Cantal), (LAURENT, 1904-05), existe un *Ulmus*, que DE SAPORTA (1873 c, p. 219, 221, 223), avait rattaché à l'*U. Cocchii* et en avait fait une forme intermédiaire entre l'*U. americana* L. et l'*U. effusa* Willd., mais, quelques pages plus loin, doutant de cette affinité, il dit que l'*U. Cocchii* de la Mougudo n'est peut-être qu'une forme de l'*U. effusa*.

L'*U. Cocchii* de Charay diffère de celui de la Mougudo par sa denticulation : les dents principales sont moins grossières, moins élargies à la base et plus aiguës que celles des feuilles des cinérites plaisanciennes du Cantal. Les empreintes de Charay se distinguent, d'autre part, nettement des feuilles de l'*U. effusa* Willd., par leurs dents moins aiguës et moins recourbées, si, toutefois, on s'en rapporte aux feuilles de cet Orme actuel, représentées comme termes de comparaison par LAURENT (1904-05, Pl. VI, f. 4).

PLANCHE-TEXTE XXII

- 1, 2, 3, 4. — *Ulmus Braunii* Heer aff. *U. campestris* L., (Charay).
- 5, 6. — *U. campestris* L., (Aubignas, Ardèche), (Herbier Boulay).
7. — *U. Braunii* Heer aff. *U. campestris*, (Charay).
- 8, 9. — *Ulmus Cochii* Gaud., (Charay).
10. — *U. Braunii* Heer, (Rochessauve).
11. — *U. Cochii* Gaud., (Charay).
- 12, 14. — *U. americana* L., (Herbier Muséum).
13. — *Eucommia* aff. *E. ulmoides* Oliver, (Charay).
16. — Samare d'*Ulmus* ?
17. — *U. Cochii* Gaud., (Charay).
- 15, 18. — Samares d'*Ulmus*.

Remarque. — La denticulation de la feuille, fig. 8, n'est pas conservée en entier.



L'*U. Cocchii* type a été extrait des tufs volcaniques pliocènes de Montefiascone (Toscane), (GAUDIN et STROZZI, 1858). Très voisin des empreintes de Charay par la taille, par le nombre des nervures secondaires, leur angle d'insertion sur la médiane, il s'en distingue légèrement par ses dents plus aiguës et plus recourbées en avant.

Ainsi, au Miocène supérieur, croissaient, en Ardèche et en Europe centrale et méridionale, plusieurs espèces d'Ormes, dont la présence devait se maintenir jusqu'à la fin du Pliocène pour ceux qui se rattachent à l'*U. americana*, et jusqu'à nos jours pour ceux du groupe de l'*U. campestris*.

BIBLIOGRAPHIE

HEER : 1854-59. Fl. tert. helv, 2, p. 57, pl. 79, f. 1-4 et f. 7-8.

LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 149, pl. 10, f. 6.

GAUDIN et STROZZI : 1858, Toscane, 1^{er} Mém., p. 34, pl. 11, f. 8.

Ulmus Braunii Heer aff. **U. campestris** Linné

(Pl.-texte XXII, fig. 1, 2, 3, 4, 7, 10 et Pl. II, fig. 12)

Gisements : Charay, Rochessauve.

Sous le nom d'*U. urticaefolia* Gœpp., l'abbé BOULAY (1887, p. 20) signale la présence, à Charay, de feuilles d'*Ulmus* notablement plus petites que celles de l'*U. Cocchii*. Elles sont brièvement acuminées et moins asymétriques que celles de l'espèce de GAUDIN. Elles possèdent 11-14 paires de nervures secondaires qui font avec la médiane un angle de 50° environ ; les dents sont crochues, incurvées, mais moins denticulées sur le bord externe que chez *U. Cocchii*. Ces feuilles sont de taille variée : les plus grandes mesurent 55 mm. de long sur 35 de large (Pl.-texte XXII, fig. 1) et les plus petites, en moyenne 33 mm. sur 22 (Pl.-texte XXII, fig. 2, 3, 4). La base, moins asymétrique que chez *U. Cocchii*, l'angle d'insertion des nervures secondaires sur la médiane, la denticulation plus grossière, formée de dents en général simples et obtuses, la présence de plusieurs nervures secondaires bifurquées, leur nombre sensiblement le même que chez *U. campestris*, sont des caractères qui rapprochent ces empreintes de cette espèce actuelle dont nous reproduisons quelques feuilles (Pl.-texte XXII, fig. 5, 6) cueillies sur des arbres de la région d'Aubignas (Ardèche).

Mais il faut noter avec LAURENT (1908, p. 40), que *U. campestris*, à côté de formes d'une grande constance, présente des variations multiples, surtout sur les rejets, qui retracent chez l'espèce actuelle, des particularités observées sur le fossile. Il ne faut donc pas s'étonner que nous trouvions dans le Miocène de Charay des feuilles typiques d'*U. campestris* et d'autres qui présentent simplement une certaine parenté avec l'espèce vivante. D'ailleurs, comme le note justement LAURENT (1908, p. 39), l'*U. Braunii* a une affinité certaine avec l'*U. campestris*, dont il représente l'ancêtre, ou plutôt la forme géologique, sans toutefois pouvoir s'identifier avec lui. Ce même auteur pense que l'*U. ciliata* Willd. et l'*U. acuminata* N. Boul., découverts par l'abbé BOULAY dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme), pourraient simplement être des formes anormales de l'*U. campestris*.

L'Orme champêtre a une aire géographique très étendue, elle comprend à peu près toute l'Europe jusqu'au cercle polaire arctique, la Sibérie méridionale et la région de l'Himalaya, pour se retrouver au Japon.

L'ancêtre de l'actuel *U. campestris* doit être recherché dans l'Eocène du Spitzberg et la terre

de Grinnel, HEER (1868-83) décrit une samare du type *U. campestris* récoltée dans ces régions. Nous retrouvons à Menat (P.-de-D.), un exemplaire d'*U. Braunii* qui par certains caractères rappelle les *Microptelea* (Ormes asiatiques) et par d'autres *U. campestris* (LAURENT, 1912). Il est à remarquer que les Ormes éocènes et oligocènes d'Europe se rattachent plutôt aux Ormes asiatiques, tandis que, dès le Miocène, les types de nos Ormes actuels sont nettement définis. C'est ainsi que l'*U. antiquissima* Sap. du Thanétien de Sézanne, l'*U. oppositinervis* Wat. de l'Yprésien de Belleu, peuvent se comparer à *Microptelea sinensis* Sp., l'*U. primæva* Sap. du Stampien de St-Zacharie (Var) à l'*U. pedunculata* Sp. du Cachemire, tandis que l'*U. Braunii* du Burdigalien de Gergovie (BOULAY, 1899) et de Bilin (ETTINGS-HAUSEN, 1866), du Miocène supérieur d'œhningen (HEER, 1854-59), de Schossnitz (Gœppert, 1885), de La Bourboule (MARTY et GLANGEAUD L., 1936), du Plaisancien de Niac (Cantal), (LAURENT, 1908), de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), du Villafranchien de Perrier (BOUT et MARTY, 1936), présente des formes voisines de celles de Charay et Rochessauve.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 4, Spitzbergen, p. 75, pl. 16, f. 3-10.
 Fl. d. Grinnel-Landes, 5, p. 35, pl. 5, f. 10 ; pl. 7, f. 1-3.
 LAURENT : 1912. Fl. de Menat, p. 108.
 BOULAY : 1899. Gergovie, p. 54, pl. 4, f. 48.
 ETTINGS-HAUSEN : 1866. Foss. Fl. von Bilin, I, p. 64, (140), pl. 18, f. 23-26.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., 2, p. 59, pl. 79, f. 14-21.
 GœPPERT : 1855. Schossnitz, p. 30, pl. 14, f. 2-3.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 24, pl. D. f. 5-6.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 37, pl. 6, f. 2-3.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 164, pl. 9, f. 5 ; pl. 14, f. 17.
 BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 26, pl. 3, f. 9.

Samares d'*Ulmus*

(Pl.-texte XXII, fig. 15, 16, 18)

Gisement : Charay.

Plusieurs empreintes de samares d'*Ulmus* ont été extraites du tripoli de Charay. Elles se classent en deux catégories : la fig. 18 représente une samare de 17-18 mm. de long sur 9-9,50 de large ; de forme plus ou moins elliptique, elle a une nucule de 6-7 mm. de long sur 4-5 de large ; celle de la fig. 15 est plus petite. Par leur forme, elles rappellent assez bien celles de l'*U. americana* L., mais les samares de cette dernière espèce n'ont que 10 mm. de long sur 6 de large.

Bien que nous ayons consulté tous les échantillons d'*Ulmus* conservés au Muséum de Paris, nous n'avons pas trouvé d'exemplaires comparables aux samares fossiles ardéchoises. Ces empreintes de fruits indiquent qu'il y avait, au Mio-Pliocène, dans les forêts du Vivarais, au moins deux espèces d'Ormes distincts de nos *Ulmus* indigènes actuels.

GENRE CELTIS

Celtis auriculata N. Boulay

(Pl.-texte XXIII, fig. 4, 5, 6 et Pl. II, fig. 7)

Gisement : Charay,

Les cinq ou six feuilles de *Celtis* recueillies à Charay sont, en général, de grande taille ; asymétriques, ovales, acuminées, nettement cordiformes, le plus souvent auriculées à la base. Le pétio-

PLANCHE-TEXTE XXIII

1. — *Sapindus bilanicus* Ett., (Rochessaue).
- 2, 3. — *Sapindus falcifolius* Al. Br., (Rochessaue).
- 4, 5, 6. — *Celtis auriculata* N. Boul., (Charay).
7. — *Celtis Tournefortii* Lmk., (Herbier Boulay).
8. — *Celtis australis* L., (Herbier Muséum).
9. — *C. occidentalis* L., (Herbier Boulay).
10. — *C. sinensis* Pers., (Herbier Muséum).



le, assez ferme, mesure de 10 à 15 mm. de long. Le contour simplement denté, a des dents larges, conniventes, brièvement apiculées. La nervation comprend cinq nervures basilaires dont les deux externes notablement plus faibles se rendent aux oreillettes où elles se ramifient, les latérales s'élèvent jusqu'au-delà du milieu, celle du grand côté émet en dehors quatre ou cinq branches principales qui se relient en arceau près du bord. La nervure médiane n'émet que deux ou trois paires de nervures secondaires principales, également très ascendantes, mais elle produit en outre dans l'intervalle cinq ou huit paires de nervures plus faibles qui, avec les ramifications analogues des nervures latérales donnent un réseau du second ordre complété par un réseau du troisième ordre à mailles polygonales courtes. Dans les petites feuilles, les deux nervures basilaires externes, au lieu de se détacher directement de la base, se détachent, quelques millimètres plus loin, des nervures basilaires principales.

Par suite de la grande similitude que l'on rencontre, dans les caractères foliaires des Micocouliers actuels, il est bien difficile de dire avec certitude, à quelle espèce vivante nous pouvons rattacher nos fossiles. C'est pourquoi nous avons préféré conserver à l'espèce de Charay le nom paléontologique que lui avait donné l'abbé BOULAY (1887, p. 21). Cet auteur compare l'espèce fossile de Charay à *C. Tournefortii* Lmk., dont elle se rapproche par sa base très asymétrique et ses dents arrondies, mais dont elle s'éloigne par l'angle d'émergence des nervures secondaires, en général plus faible chez l'espèce fossile. Ce dernier caractère apparente *C. auriculata* aux *C. occidentalis* L. (Pl.-texte XXIII, fig. 9) et *C. australis* L. (Pl.-texte XXIII, fig. 8). D'autre part, certaines feuilles de *C. sinensis* Pers., (Pl.-texte XXIII, fig. 10), ont une nervation qui rappelle celle de *C. auriculata*, mais la denticulation est différente. De toutes les espèces actuelles, que nous venons de citer, il semble que c'est avec *C. Tournefortii* Lmk. que notre fossile présente, par son allure générale, sa denticulation et sa nervation, le plus de similitude. Ce dernier Micocoulier habite le Caucase et l'Arménie, tandis que *C. occidentalis* L. vit en Amérique depuis le Saint-Laurent jusqu'à la Floride, c'est-à-dire dans toute la région atlantique, *C. australis* L. croît dans le Sud de l'Europe, l'Asie Mineure, le Nord de la Perse et l'Afrique du Nord ; *C. sinensis* se rencontre en Chine du Sud et au Tonkin.

Comparé aux Micocouliers fossiles, *Celtis auriculata* s'apparente par sa nervation et sa forme, à *C. begonoides* Goëpp. de Schossnitz (GÖPPERT, 1855), mais il en diffère par sa base plus cordiforme, plus auriculée et par ses dents moins cuspidées ; par contre, la denticulation de l'espèce de Charay est semblable à celle de *C. vulcanica* Kov., de Tallya (KOVATS, 1856 b), dont il s'éloigne cependant par sa base plus asymétrique et le sommet moins acuminé.

Le genre *Celtis* apparaît en Europe, dans l'Eocène du Tarn, nous le retrouvons dans le Sannoisien de Ronzon près Le Puy avec *C. latior* Mar. (MARION, 1872), dans l'Aquitaniien d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b), dans le Miocène moyen de Parschlug (Styrie), (UNGER, 1852), dans le Miocène supérieur de Tokay (Hongrie), (ETTINGSHAUSEN, 1853 a), dans le Pontien de Joursac (MARTY, 1903), dans le Plaisancien de Niac (Cantal), (LAURENT, 1908) et dans celui de Francfort-sur-le-Main (MÄDLER, 1939). Enfin, notons que CHANEY et HU (1940) signalent la présence, dans le Miocène supérieur de Shanwang (Chine), de plusieurs empreintes de *C. miobungeana* Chaney et Hu, proches de celles de Charay, malgré qu'elles soient un peu moins asymétriques.

BIBLIOGRAPHIE

- GÖPPERT : 1855. Schossnitz, p. 33, pl. 8, f. 10.
 KOVATS : 1856 b. Tallya, p. 13, pl. 1, f. 9.
 MARION : 1872-75. Plantes foss. de Ronzon (An. Soc. Agr. du Puy, t. 32, 2^e partie mém. et annexes, p. 67, pl. 1, f. 16).

- SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 119., pl. 6, f. 7).
 UNGER : 1852. Iconographia, p. 44, pl. 20, f. 25-26.
 ETTINGSHAUSEN : 1853. Tokay, p. 25, pl. 1, f. 7.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 48, pl. 9, f. 8.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 42, pl. 6, f. 5, 6.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 39, pl. 13, f. 2, 5, 6.
 MÆDLER : 1939. Frankfurt a. M., p. 146, pl. 10, f. 33-34.

EUCOMMIACÉES

GENRE EUCOMMIA

Eucommia aff. **E. ulmoides** Oliver

(Pl.-texte XXII, fig. 13)

Gisement : Charay.

Les schistes à diatomées de Charay ont livré un certain nombre de samares que nous avons cru, tout d'abord, pouvoir attribuer en totalité au genre *Ulmus*. Si certaines d'entre elles (Pl.-texte XXII, fig. 15, 18) appartiennent probablement à des *Ulmus* voisins de nos Ormes actuels, d'autres, par contre, sont nettement différentes des samares de ce genre.

Celle que nous reproduisons (Pl.-texte XXII, fig. 13), malheureusement mutilée par l'échantillonnage, est formée par une aile étalée qui mesure 36 mm. de long sur 11,50 mm. de large. Entière, sa longueur devait osciller entre 40-50 mm., environ. Le centre de l'aile est occupé par une nucule de forme ovoïde, dont l'un des sommets, terminé en pointe, est prolongé par un filament. Ce filament en rejoint un autre, imparfaitement conservé, qui longe la nucule et la prolonge jusqu'à l'extrémité de l'aile. La nucule mesure : 14,5 mm. de long sur 3,50 de large.

Une empreinte semblable fut trouvée, dans le Pliocène de Tegelen-sur-Meuse (Hollande), non loin de la frontière allemande. C. REID et E.M. REID (1915) classèrent cette empreinte dans le groupe des « *Incertæ sedis* », après l'avoir, toutefois, comparée aux fruits d'*Eucommia ulmoides* Oliv. Des fruits fossiles identiques furent découverts dans le Pliocène de Klärbecken, près Francfort-sur-le-Main, et furent attribués à des cocons d'araignées par ENGELHARDT et KINKELIN (1908). C'est à KRYSHTOFOVICH (1916) que revient le mérite d'avoir, le premier, reconnu des fruits d'*Eucommia ulmoides*, dans des empreintes de samares exhumées de dépôts sarmatiens, près de Rostov-sur-le-Don.

K. MÆDLER (1939) donne une description détaillée de trente spécimens de Samares d'*Eucommia*, qu'il découvrit dans le Pliocène de Francfort-sur-le-Main. Ces samares fossiles étant de dimensions considérablement plus grandes que celles de l'espèce vivante *Eucommia ulmoides*, cet auteur les rangea dans une nouvelle espèce qu'il dénomma : *Eucommia europæa* Mædler, à laquelle, d'après lui, appartiennent tous les fruits fossiles d'*Eucommia* découverts dans le Pliocène d'Europe, avant 1938.

SZAFER (1951) pense, au contraire, que la famille des *Eucommiacées* était représentée, dans les forêts tertiaires européennes, au moins par deux espèces parfaitement distinctes. C'est ce que font, d'ailleurs, ressortir les tableaux, dans lesquels il donne les dimensions des fruits des deux espèces d'*Eucommia* fossiles et de l'espèce vivante. (SZAFER, 1951, p. 381, 382). Les mesures effec-

tuées par cet auteur, ont porté sur divers spécimens provenant soit de plantes vivantes cultivées à Kew Gardens, près de Londres, au Japon ou en Chine, soit d'empreintes fossiles recueillies dans les dépôts de divers gisements. Nous résumons les observations de W. SZAFER en donnant les dimensions *extrêmes* et *moyennes* de ces fruits, dans le tableau suivant :

	<i>E. ulmoides</i>			<i>E. europæa</i>			<i>E. ulmoides fossilis</i>		
	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	
Longueur des fruits en $\frac{m}{m}$.	27	40	34,2	36	55	50,7	32 ?	33 ?	
Largeur des samares en $\frac{m}{m}$.	8	12	10,7	10	16	12,3	9	11	
Longueur des nucules en $\frac{m}{m}$.	10	17	13,1	16	24	20,3	11	17	
Largeur des nucules en $\frac{m}{m}$.	2	5	3,3	4	7	5,8	3	5	

Remarque :

Les mesures ont porté sur 70 à 78 échantillons pour l'espèce vivante, sur 23 (longueur des samares) à 48 (longueur et largeur des nucules) pour *E. europæa* et sur 9 (largeur des samares) à 17 (longueur et largeur des nucules) pour *E. ulmoides* Oliv. *fossilis*.

Nous avons nous-même mesuré, au Muséum de Paris, 18 spécimens de fruits d'*E. ulmoides*, provenant des provinces du Sé-tchouan, du Si-kang, du Kouéi-tchéou, du Tché-kiang (Chine) ; les résultats trouvés sont résumés ci-dessous :

Samares : { longueur : 26-38 mm. ; moyenne : 32,5 mm.
 { largeur : 9,5-15,5 mm. ; moyenne : 10,8 mm.

Nucules : { longueur : 12,5-18 mm. ; moyenne : 14,1 mm.
 { largeur : 4,5-6,5 mm. ; moyenne : 5,1 mm.

Rappelons les dimensions de l'empreinte de Charay :

Samares : { longueur conservée : 36 mm., longueur probable : 40-45 mm.
 { largeur : 11,5 mm.

Nucules : { longueur : 14,5 mm.
 { largeur : 3,5 mm.

L'examen des mesures effectuées par W. SZAFER et nous-même, nous montre que l'empreinte fossile de Charay, bien qu'ayant une longueur plus grande que celle de la plupart des fruits de la

plante vivante, est, par sa forme et les dimensions de la nucule, plus proches d'*E. ulmoides* Oliver que d'*E. europæa* Mädlér.

L'espèce actuelle, l'unique du genre, est un petit arbre cultivé autour des fermes des provinces chinoises du Hou-pé, du Ho-nan, du Kouéi-tchéou, du Tché-kiang ; W.C. CHENG (1939, p. 16, 18) la signale dans le Nord-Est et le Nord-Ouest du Sé-tchouan. D'après certains botanistes, elle existerait à l'état spontané dans les forêts du Chen-si.

Cette plante, qui contient dans ses tissus de la Gutta-Percha, est parfaitement rustique à l'Arboretum des Barres (Loiret), où elle accepte des sols variés, même médiocres.

Actuellement cantonné en Chine, le genre *Eucommia* est représenté au moins par deux espèces dans le Tertiaire supérieur d'Europe. Des empreintes de fruits d'*Eucommia ulmoides* Oliv. *fossilis*, ont été récoltés dans le Miocène supérieur des environs de Rostov-sur-le-Don, dans celui de Stare Gliwice (Silésie), (SZAFFER, 1951), et dans le Pliocène de Tegelen et de Brunssum, sur la frontière germano-hollandaise (C. REID et E.M. REID, 1915). Les samares fossiles attribués à *Eucommia europæa* Mädlér, proviennent du Pliocène de Klärbecken (MÆDLER, 1939), de celui de Schwanheim-sur-le-Main (J. BAAS, 1932) et de celui de Mizerma près de Czorsztyn, dans l'Ouest des Carpates (SZAFFER, 1951).

Connues dans l'Eocène des U.S.A. et dans le Pliocène du Japon, bien représentées dans le Miocène de Pologne et de Russie, ainsi que dans le Pliocène de la région rhénane et des Carpates, les *Eucommiacées* n'avaient été signalées, jusqu'ici, dans aucun dépôt tertiaire français. Le genre *Eucommia* devait, cependant, être un des éléments important de la végétation à la fin du Tertiaire, mais ses samares, sans doute mal conservées ou trop fragmentaires, ont dû passer inaperçues aux yeux des Paléobotanistes et ses feuilles ont dû être confondues avec celles des genres *Ulmus* ou *Celtis* qu'elles rappellent par leur allure générale.

BIBLIOGRAPHIE

- ENGELHARDT et KINKELIN : 1908. Oberplioz. Fl. d. Untermain, p. 275, pl. 35, f. 4 a-e.
 C. REID et E.M. REID : 1915. The Plioc. Fl. of the D.-P. Border, p. 139, pl. 17, f. 34, 35.
 BAAS : 1932. Eine fröhdiluviale Fl. im Mainzer Becken, p. 334, Abb. 49, 50, pl. 3, f. 53-55.
 MÆDLER : 1930. Die Plioz. Fl. v. Frankfurt a.M., p. 103, pl. 8, f. 29-31 ; pl. 11, f. 9-11
 SZAFFER : 1951. The Fam. of Eucommiaceæ in the Tert. of Europe, p. 378-409, pl. 1-4.

LAURACÉES

GENRE LAURUS

Laurus canariensis Webb

(Pl.-texte XXIV, fig. 4, 5, 6, 8)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Les Lauriers actuels comprennent deux principales espèces :

1° *Laurus nobilis* L. (Pl.-texte XXIV, fig. 9) encore indigène dans les flores méditerranéennes et que l'on rencontre cultivé dans nos parcs jusqu'en Angleterre ; ce Laurier possède des feuilles de

forme variable : lancéolées ou lancéolées-elliptiques, plus ou moins atténuées à la base. Les bords du limbe sont souvent festonnés, les nervures secondaires, au nombre de 6-8 paires font, avec la médiane, un angle de 50°-60°, elles se bifurquent fréquemment assez loin de la marge.

2° *Laurus canariensis* Webb (Pl.-texte XXIV, fig. 4) a, lui aussi, des feuilles de forme variée, dont certaines pourraient être confondues avec celles du *Laurus nobilis*, si l'on s'en tenait uniquement à la forme, mais chez le Laurier des Canaries, les nervures secondaires sont en général plus nombreuses : 7-8 paires, en moyenne ; elles sont, de plus, émises sous un angle plus aigu, sont plus ascendantes et présentent en général une dichotomie moins accusée que chez le Laurier noble.

Une grande empreinte récoltée à Rochessauve, que nous reproduisons (Pl.-texte XXIV, fig. 8), mesure 75 mm. de long sur 36 de large : elle présente, par sa forme et l'allure des nervures secondaires, les caractères de *Laurus canariensis*. Le pétiole est gros et court, la base obtuse, subarrondie, le sommet brièvement acuminé, la forme générale est ovale-oblongue. Malheureusement l'état charbonneux de l'empreinte ne permet pas de voir la nervation de troisième ordre, ni l'allure des secondaires près de la marge. Malgré cette lacune, nous pensons avoir réellement affaire à une feuille de *L. canariensis*, nous avons, en effet, trouvé, dans les herbiers du Muséum des feuilles de cette espèce ayant les mêmes dimensions, le même nombre de nervures secondaires se détachant de la principale sous un angle sensiblement identique. Cette empreinte est à rapprocher du *L. canariensis* var. *latifolia* du Pliocène moyen de Meximieux (SAPORTA et MARION, 1876) et plus encore de l'une des empreintes du Plaisancien de Saint-Marcel d'Ardèche (DEPAPE, 1922).

Un fragment de feuille, en provenance de Charay (Pl.-texte XXIV, fig. 5), d'aspect coriace présente, par sa base atténuée, par sa nervation et par la taille de son pétiole, les caractères du *L. canariensis*. Sa forme la place entre la variété *latifolia* et *lanceolata* Sap. et Mar., des tufs de Meximieux.

Une troisième empreinte (Pl.-texte XXIV, fig. 6), dont la base manque, présente elle aussi, tous les caractères du Laurier des Canaries : nervure médiane très forte, surtout vers la base, nervures secondaires au nombre de 7-8 paires, s'insérant sur la médiane sous un angle d'environ 50° et remontant le long du limbe avant de rejoindre la nervure voisine par des arceaux de plus en plus réduits. Le réseau tertiaire n'est que partiellement visible au voisinage des intercalaires, plus nombreuses dans cette empreinte que dans la plupart des feuilles de *Laurus* actuelles ou fossiles. Cette dernière particularité se retrouve dans certaines formes du Plaisancien de Niac (Cantal) (LAURENT, 1908).

Le genre *Laurus* apparaît en France dans le Turonien de Bagnols (Gard), (SAPORTA, 1885). HEER (1868-83) le signale dans le Crétacé supérieur d'Atanekerdluk (Groenland occidental), mais d'après une étude de cuticule faite par HARRIS (in SEWARD, 1926), les feuilles de Lauracées attribuées par HEER à *L. plutonia* Heer, appartiennent plutôt à *Octea*, genre voisin de *Laurus*. LESQUEUX (1891) le mentionne dans la flore du Cénomanién du Dakota-Group (U.S.A.). C'est avec *L. omali* Sap. et Mar. du Thanétien inférieur de Gelinden (SAPORTA et MARION, 1878) qu'apparaissent les espèces proches de nos *L. nobilis* et *L. canariensis*, la ressemblance s'accroît avec *L. primigenia* Ung. de l'Aquitanién de Sotzka (Styrie), (UNGER, 1850), et d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b).

Les cinérites pontiennes de l'Aubépin nous ont livré des empreintes de *L. canariensis* que rien ne distingue de l'espèce actuelle. Le Laurier des Canaries a été signalé dans de nombreux gisements pliocènes, citons ceux de : Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922), des cinérites de Saint-Vincent (Cantal), (LAURENT, 1904-05), de Niac (Cantal), (LAURENT, 1908), de las Clausades (Cantal),

(MARTY, 1905), de Meximieux (Ain), (SAPORTA et MARION, 1876), des environs de Barcelone (ALMERA, 1907). Notons enfin que *L. canariensis* a été recueilli dans le Quaternaire de Toscane (GAUDIN, 1860), de Provence (SAPORTA, 1858-60) et des environs de Montpellier (BRAUN-BLANQUET, 1919).

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1885. L'évolution du règne végétal, 2, p. 117, f. 125.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 7, p. 104, pl. 77, f. 8-13 ; pl. 85, f. 5.
 SEWARD : 1926. The Cret. Pl. bear. Rock of W. Greenland, p. 122.
 LESQUEREUX : 1891. Fl. of the Dakota-Group, p. 91-95.
 SAPORTA et MARION : 1878. Rev. Fl. de Gélinden, p. 71, pl. 10, f. 5-7.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 126, pl. 7, f. 7).
 UNGER : 1850. Sotzka, p. 38, pl. 19, f. 1-4.
 GRANGEON : 1952. L'Aubépin, p. 46, pl. 3, f. 4-9.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 169, pl. 10, f. 1-5.
 LAURENT : 1904-05. St-Vincent, p. 151, pl. 12, f. 1.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 45, pl. 2, f. 4-7 ; pl. 6, f. 7 ; pl. 7, f. 2-8.
 MARTY : 1905. Las Clausades, p. 12, pl. 3, f. 3-5.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 116, pl. 27, f. 6-7 ; pl. 28, f. 1-8.
 ALMERA : 1907. Fl. alr. Barcelone, p. 331.
 GAUDIN et STROZZI : 1860. Toscane, 4^e Mém., p. 22, pl. 3, f. 8-11 ; 5^e Mém., p. 9, pl. 1, f. 1-4.
 SAPORTA : 1858-60. Plantes de Provence, p. 512.
 BRAUN-BLANQUET : 1919. C.R.A.S., 1919, p. 951.

Laurus primigenia Unger aff. **L. canariensis** Webb

(Pl.-texte XXIV, fig. 3)

Gisement : Rochessauve.

L'abbé BOULAY (1887, p. 22) rapporte à *Laurus primigenia* Ung. une empreinte foliaire qu'il rapproche d'une feuille de Laurier de la Martinique. Cette empreinte est de forme lancéolée-oblongue, la base et le sommet sont brièvement et régulièrement atténués, le pétiole est épais ; la texture est coriace et ne laisse voir que très imparfaitement la nervation ; la nervure médiane est robuste, les secondaires sont saillantes, celles de la première paire s'élèvent assez haut et font avec la médiane un angle très aigu. Le réseau ultime n'est visible à la loupe que sur une légère portion du limbe, il ressemble étonnamment à celui de *L. canariensis*. Si toute la nervation était visible, nous aurions pu pousser plus loin la comparaison avec l'espèce actuelle, mais devant le mauvais état de conservation des feuilles d'aspect coriace rencontrées à Rochessauve, nous avons préféré laisser le nom paléontologique attribué par l'abbé BOULAY à cette empreinte ; elle reproduit d'ailleurs très fidèlement les principales caractéristiques de *L. primigenia* de l'Aquitaniens de Sotzka, figuré par UNGER (1850).

Notons que l'empreinte de Rochessauve se distingue de celles de *L. primigenia* Ung., de l'Oligocène du Wyoming (U.S.A.), par l'angle nettement plus aigu de ses nervures secondaires — surtout celles de base — avec la médiane.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1850. Sotzka, p. 38, pl. 19, f. 1-4.
 LESQUEREUX : 1878. Tert. Fl. vol. 7, p. 214, pl. 36, f. 5, 6, 8.

GENRE BENZOIN

Benzoin antiquum Heer aff. *B. aestivale* Nees

(Pl.-texte XXIV, fig. 1)

Gisement : Rochessaue.

L'abbé BOULAY (1887, p. 22) signale la présence, à Rochessaue, de deux empreintes de Lauracées « dont l'une correspond très exactement, pour la forme et la nervation, à celle de *Laurus Benzoin* L. (*Lindera Benzoin* Blume) ». Nous n'avons pu retrouver qu'une seule des deux feuilles dont parle l'abbé BOULAY. Celle que nous reproduisons (Pl.-texte XXIV, fig. 1) mesure 52 mm. de la base du pétiole au sommet du limbe et 21 mm. de large. Elle est de forme obovée, à sommet brièvement acuminé, à base longuement atténuée, à pétiole court et fort. La nervure médiane est robuste et s'épaissit graduellement vers le pétiole. Les secondaires, au nombre de 6-7 paires, s'en détachent sous un angle voisin de 45°, puis se recourbent avant d'atteindre la marge et rejoignent la suivante par des arceaux successifs. La nervation tertiaire n'est que peu visible, elle est formée par des nervilles flexueuses ou bifurquées, sensiblement perpendiculaires aux secondaires.

La plante miocène du Vivarais est en tous points comparable à certaines espèces de *Benzoin* des U.S.A. La forme, la nervation, correspondent assez bien à celle de *Benzoin aestivale* Nees (Pl.-texte XXIV, fig. 2) et de *B. odoriderum* Nees, arbrisseaux très rameux qui se plaisent sur les bords humides des rivières du S.E. des U.S.A., depuis la Floride jusqu'au Canada, et qui résistent très bien au climat parisien. Notons cependant que le pétiole de notre fossile est plus épais que celui de l'espèce vivante ; l'angle d'émergence des nervures secondaires paraît aussi plus aigu chez notre échantillon que chez la plante américaine.

Nous trouvons dans le Burdigalien de Radoboj (Croatie), (UNGER, 1868), une empreinte identique à celle de Rochessaue, par contre celles du Miocène supérieur d'Ehningen (HEER, 1954-59) et de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), en diffèrent par leur sommet plus arrondi et leur pétiole légèrement plus long. Les empreintes du Plaisancien de Podgumer (près Sofia) sont très proches de celle que nous venons de décrire, bien que chez certaines, l'angle d'émergence des nervures secondaires soit plus ouvert que chez l'empreinte ardéchoise. STEFANOFF et JORDANOFF (1935) les rattachent d'ailleurs à l'actuel *B. aestivale* Nees.

C'est aussi à cette même espèce que CHANEY et SANBORN (1933) rapportent leur *Lindera oregona* de l'Oligocène inférieur de Goshen, dans l'Ouest de l'Oregon central. Cette empreinte, qu'ils rapprochent aussi de *L. præcox* Blume, du Japon, et de *L. reflexa* Hemsl., de l'Est de la Chine centrale, ressemble beaucoup, par sa forme et sa nervation, à celle de Rochessaue. Notons enfin, avec eux que la rareté des empreintes de *B. antiquum*, dans la plupart des gisements où on le rencontre, dans celui de Rochessaue en particulier, s'explique probablement par l'état buissonneux de cette espèce dont les feuilles sont ainsi moins facilement emportées par le vent. *Lindera oregona* Chaney et Sanborn est aussi signalée dans l'Oligocène inférieur de Redding Creek (Californie), (H. MACGINITIE, 1937). Mais l'empreinte de cette dernière localité diffère de celle de Rochessaue par sa forme plus ovale, son sommet plus longuement atténué et son pétiole moins épais. L'auteur, d'ailleurs, la rapproche plutôt de *Lindera communis* Hemsl. que de *Benzoin aestivale*, tout en indiquant qu'elle a plus d'un trait de ressemblance avec cette dernière espèce.

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1869. Radoboj, p. 17, pl. 1, f. 12.
 HEER : 1854-597. Fl. tert. helv., t. 2, p. 81, pl. 90, f. 1-8.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 270, pl. 26-27, f. 22.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 52, pl. 18, f. 9 ; pl. 19, f. 1-4.
 CHANEY et SANBORN : 1933. Goshen Fl., p. 73, pl. 18, f. 4.
 H.D. MACGINITIE : 1937. Fl. of Weaverville, p. 138, pl. 6, f. 6.

Lauracées Incertae Sedis

Gisement : Rochessauve.

L'abbé BOULAY (1887, p. 22) mentionne la présence à Rochessauve de plusieurs Lauriers d'Ehningen. Il cite en particulier *Laurus princeps* Heer, déterminé d'après une empreinte qui nous paraît en trop mauvais état pour recevoir une spécification reposant sur des bases vraiment sérieuses. Lui-même hésite entre le *Laurus princeps*, de Heer, et *Persea speciosa* Gaudin, des travertins de Toscane. SEWARD (1925) note très judicieusement, à propos de la révision des flores crétacées du Groenland, que beaucoup de spécification de Heer, fondées sur des échantillons où la nervation n'est que peu ou parfois même pas du tout visible, sont entachées d'erreurs. Et au sujet des Lauracées, il déclare : « Unless the venation is well preserved it is impossible to determine the affinity of leaves of this form, as it occurs in several cycles of affinity ». Nous ne retiendrons pas non plus les *Laurus resurgens* Sap, et *L. Haidingeri* Ett. dont l'attribution générique paraît douteuse à l'abbé BOULAY.

Par contre, cet auteur donne, dans ses notes manuscrites, la description d'une empreinte, presque entière d'*Appolonias canariensis* Nees, recueillie à Rochessauve et qui, d'après lui, présente une grande similitude avec l'espèce vivante et l'espèce fossile des tufs du Pliocène moyen de Meximieux (Ain). Cette empreinte, sans doute mal préservée par la couche de vernis, a presque disparu avec le temps. Mais on peut, croyons-nous, ajouter foi à la détermination faite par l'abbé BOULAY, puisqu'ici elle repose, non seulement sur des caractères tirés uniquement de la forme extérieure, mais sur ceux fournis par la nervation. Voici la description que nous avons trouvée dans les notes manuscrites de ce Paléobotaniste : « Une feuille presque entière, où il ne manque que l'extrême base et le sommet, présente par sa forme largement oblongue, le contour entier, le nombre et la direction des nervures, une concordance exacte avec la figure I, de la Planche XXVI, donnée par SAPORTA et MARION (1876). Cette empreinte ressemble aussi pour la forme et la direction des nervures secondaires au *Laurus guiscardii* Gaudin (GAUDIN, 1858, p. 36, Pl. X, f. 1). Cependant les nervures secondaires de mon spécimen s'approchent très près du bord, par une courbe régulière et prolongée, tandis qu'elles paraissent s'anastomoser entre elles, assez loin du bord, sur la figure donnée par GAUDIN. La similitude est dès lors poussée plus loin à l'égard de l'*Appollonias canariensis* représentée par DE SAPORTA et MARION (1876, Pl. XXVI, fig. 1-4).

GENRE CINNAMOMUM***Cinnamomum polymorphum* Heer sensu novo**

(Pl.-texte XXV, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et Pl. I, fig. 18 ; Pl. II, fig. 11)

Gisements : Rochessauve, Pourchères.

Les feuilles de *Cinnamomum* se rencontrent fréquemment dans les deux gisements de Rochessauve ; nous en possédons une dizaine, originaires du Ranc ou de Bouzarin et une de Pourchères.

PLANCHE-TEXTE XXIV

1. — *Benzoin antiquum* Heer, (Rochessaue).
2. — *B. æstivale* Nees., (Virginie), (Herbier Boulay).
3. — *Laurus primigenia* Ung., (Rochessaue).
4. — *L. canariensis* Webb., (Bois de la Gona, Teneriffe), (Herbier Muséum).
5. — *L. canariensis* Webb., (Charay).
6. — *L. canariensis* Webb., (Rochessaue).
7. — *Lindera* aff. *L. racemosa* H. Lee, (Rochessaue).
8. — *L. canariensis* Webb., (probablement), (Rochessaue).
9. — *Laurus nobilis* L., (Herbier Boulay).
10. — Lauracée *incertæ sedis*, (*L. prinpeps* ?), (Rochessaue).



L'abbé BOULAY (1887, p. 23) reconnut trois espèces de *Cinnamomum* à Rochessaive : *C. polymorphum* Heer, *C. Buchii* Heer, *C. Scheuchzeri* Heer et, plus tard, une quatrième espèce à Pourchères : *C. lanceolatum* Heer (BOULAY, 1899, p. 56). Ce sont des feuilles essentiellement polymorphes et des paléobotanistes aux tendances analytiques très poussées en ont décrit plusieurs espèces, bien qu'il soit souvent impossible d'établir entre elles des limites précises. On comprend que certains auteurs aient hésité pour placer une empreinte foliaire dans une espèce plutôt que dans une autre. C'est ainsi que HEER (1854-59, II, p. 90) trouve *C. Buchii* « très voisin du *C. polymorphum*. Ses feuilles arrivent toutefois à leur plus grande largeur au-dessus du milieu et de là, se rétrécissent plus rapidement en un acumen encore plus brusque et plus long, les nervures latérales s'avancent aussi plus avant vers le sommet ». SAPORTA (1868 c, p. 45) pense que « *C. Buchii* est très voisin de *C. polymorphum*, avec lequel on serait presque tenté de le confondre, cependant le limbe est plus allongé que chez *C. polymorphum*, les nervures basilaires naissent en général plus près de la médiane, la partie la plus large est plus rapprochée du sommet ». L'abbé BOULAY (1899, p. 57, Pl. VI, fig. 68) reproduit une feuille de Rochessaive attribuée à *C. Scheuchzeri* « qui répond exactement au type tel qu'il est compris par Heer ; on remarquera la forme très régulièrement elliptique ou très légèrement ovale-elliptique de cette feuille, c'est le caractère essentiel de l'espèce ». HEER (1854-59, II, p. 88) distingue les feuilles de *C. polymorphum* de celles de *C. Scheuchzeri* : 1° Par le pétiole quelque peu plus long. 2° Par les nervures latérales plus écartées vers l'intérieur du limbe et non parallèles aux bords. 3° Par la pointe du sommet plus brusque et plus atténuée.

L'abbé BOULAY lui-même (1899, p. 52) constate que le *C. polymorphum* de Bilin (Bohême), décrit par ETTINGSHAUSEN, présente une série de feuilles qui ne sont pas de l'espèce de Heer, mais constituent des formes intermédiaires reliant les *C. lanceolatum*, *C. Scheuchzeri* et *C. Buchii*. Il met en garde contre la valeur supposée absolue de ces distinctions et admet que jusqu'ici, l'histoire des *Cinnamomum* tertiaires n'est pas encore complètement éclaircie.

Ainsi, d'après ces paléobotanistes, les distinctions entre ces différentes espèces de *Cinnamomum* ne reposent que sur des variations de forme ou de détail dans la nervation. Nous retrouvons, d'ailleurs, toutes ces variations au sein d'une même espèce actuelle. C'est ainsi que, parmi les feuilles de *C. pedunculatum* Nees et de *C. camphora* Nees, nous rencontrons des types de forme elliptique, ovale-elliptique, lancéolée à sommet plus ou moins longuement acuminé ; de même, on constate que la distance du point d'insertion des nervures latérales à la base du pétiole, leur angle avec la médiane, la longueur du pétiole, ne sont pas fixes pour une même espèce.

On peut déjà noter certaines de ces variations dans les quelques feuilles de *C. pedunculatum* et *C. camphora* que nous reproduisons (Pl.-texte XXV, fig. 7-14) ; mais si l'on examine un nombre assez grand de feuilles d'une même espèce actuelle, on est frappé immédiatement par l'ampleur de leur polymorphisme.

C'est pourquoi, il nous a paru plus logique, de rattacher les empreintes foliaires de *Cinnamomum* à une même espèce paléontologique *C. polymorphum* Heer, dont *C. Buchii* Heer, *C. Scheuchzeri* Heer et *C. lanceolatum* Heer, mentionnés par l'abbé BOULAY comme présents dans les flores miocènes des environs de Privas, ne représentent que des variations ne dépassant pas celles que l'on rencontre dans une même espèce vivante.

Nos feuilles fossiles sont de taille variée : la plus grande, de Pourchères, bien que fragmentaire, mesure 65 mm. de long sur 29-30 de large (Pl.-texte XXV, fig. 6), les deux plus petites ont respectivement 40 mm. sur 17 (Pl.-texte XXV, fig. 3) et 37 mm. sur 17 (Pl.-texte, fig. 4). Leur forme est en général elliptique, ovale-elliptique, à tendance un peu lancéolée chez certaines (Pl.-texte

XXV, fig. 5). La base est toujours plus ou moins atténuée, le sommet plus ou moins acuminé, presque arrondi chez l'une d'entre elles (Pl.-texte XXV, fig. 4), le pourtour est entier et elles présentent toutes un aspect un peu coriace. Elles se reconnaissent surtout à leur nervation : caractérisée par la présence d'une première paire de nervures très saillantes, se détachant de la médiane un peu au-dessus de la base du pétiole, sous un angle de 30 à 40°, non identique pour les deux nervures. Elles remontent le long du limbe, se rapprochent de la marge vers le tiers supérieur et s'anastomosent en arceaux avec les secondaires issues de la médiane à la même hauteur. Des tertiaires peu apparentes, sub-parallèles entre elles, rejoignent, en se bifurquant et s'anastomosant, d'une part, les secondaires entre elles, et, d'autre part, la paire basilaire aux bords du limbe. Enfin on note également des branches de quatrième ordre, flexueuses, délimitant un réseau ultime, formé de mailles quadrangulaires ou pentagonales très serrées.

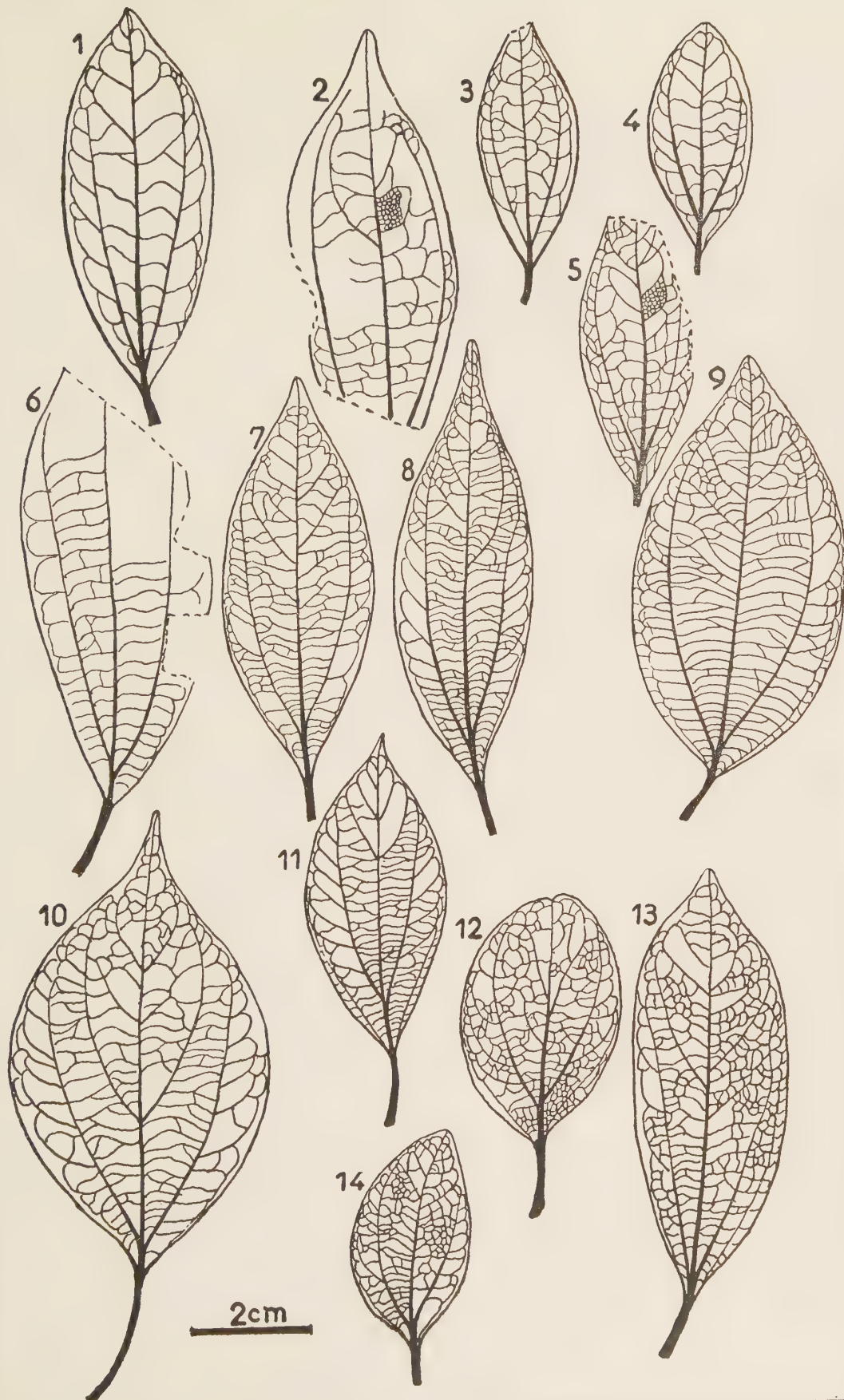
Les *Cinnamomum* ardéchois sont étroitement alliés aux Camphriers d'Extrême-Orient : *C. camphora* Nees, *C. ovatifolium* Wight, *C. pedunculatum* Nees. C'est avec cette dernière espèce que nos empreintes présentent le plus d'affinité : même forme, nervation secondaire et surtout réseau ultime identiques. C'était aussi l'opinion de SAPORTA qui écrivait (1888 b, p. 228) : « Un rameau entier de *C. Scheuchzeri*, trouvé dans l'Aquitaniens de Manosque (B.-Alpes), permet de saisir l'étroite affinité de la forme fossile avec *C. pedunculatum*, du Japon. On voit que si l'Europe avait gardé ses *Cinnamomum* ils se distingueraient à peine de ceux que possède encore l'Asie orientale ». Cependant les nervures tertiaires paraissent plus serrées chez l'espèce vivante que chez l'espèce fossile.

Le genre *Cinnamomum* apparaît, sous le nom de *C. Heeri* Lesq., dès le Cénomaniens du Dakota-Group (U.S.A.), (LESQUEREUX, 1891). A l'Eocène nous le trouvons dans les schistes d'Atane (Groenland), (HEER, 1868-83), en Europe dans le Thanétien de Gelinden (SAPORTA, 1873), dans les argiles sparnaciennes de Silly (Aisne), (FRITEL, 1904), dans l'Yprésien de Belleu (WATELET, 1866). On le rencontre dans de nombreux gisements oligocènes, citons en particulier : les gypses du Sannoisien inférieur d'Aix (SAPORTA, 1889), les argiles stampiennes de Marseille (SAPORTA, 1868 a), les schistes stampiens de Bois d'Asson (Basses-Alpes), (SAPORTA, 1867 a), les calcaires aquitaniens d'Armissan près Narbonne (SAPORTA, 1865 b), les schistes de Menat (Puy-de-Dôme), (LAURENT, 1912). Il est aussi très répandu dans le Miocène d'Europe : l'abbé BOULAY (1899) décrit cinq espèces et représente dix-huit empreintes foliaires de *Cinnamomum*, extraites des marnes burdigaliennes de Gergovie (Puy-de-Dôme) ; on le rencontre également dans le Burdigalien de Bilin (ETTINGSHAUSEN, 1868), de Kumi (UNGER, 1867). Le genre *Cinnamomum* est très abondant dans la plupart des gisements du Miocène supérieur ; HEER (1854-59) décrit et représente près de cent cinquante empreintes foliaires ou fructifères provenant de la mollasse miocène suisse ; il est présent à Lugarde (Cantal), (MARTY, 1912 a), à La Bourboule (MARTY et GLANGEAUD L., 1936), à Joursac (Cantal), où MARTY (1903) le signale, sans toutefois le figurer, à Sinigaglia (Italie), (MASSALONGO, 1859), à Mongardino (Italie), (CAVARA, 1888), en Cerdagne (REROLLE, 1884-85), par contre on ne l'a pas trouvé dans le Pontien de l'Aubépin (Haute-Loire) et de Gourgouras (Ardèche) qui sont deux gisements situés à plus de 1.000 m. d'altitude dans la région du Mézenc. Au Pliocène il n'est plus conservé que dans le Plaisancien de la fosse rhodanienne (DEPAPE, 1922), dans le golfe astien de Barcelone (ALMERA, 1907) et dans la région de Sofia (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935).

Nous retrouvons dans tout le Tertiaire des formes de *Cinnamomum* qui se rapprochent de celles de Rochessauve, signalons en particulier le *C. transitorium* Frit. de l'argile sparnacienne de Silly, qui a même allure que notre empreinte (Pl.-texte XXV, fig. 1), le *C. Scheuchzeri* de Menat

PLANCHE-TEXTE XXV

- 1, 2, 3, 4, 5. — *Cinnamomum polymorphum* Heer *sensu novo*,
(Rochessauve).
6. — *C. polymorphum* Heer, (Pourchères).
- 7, 8, 9. — *C. pedunculatum* Nees, (Chine-Japon-Haïnan), (Her-
bier Muséum).
- 10, 11, 12. — *C. camphora* Nees et Eberm., (Herbier Muséum).
13. — *C. ovatifolium* Wight, (Ceylan), (Herbier Muséum).
14. — *C. pedunculatum* Nees, (Herbier Muséum).



et du Stampien de Manosque, le *C. rotundatum* du Stampien d'Aix, un rameau de *C. polymorphum* du Stampien de Bois d'Asson, le *C. Scheuchzeri* du Burdigalien de Gergovie et du Miocène supérieur d'Ehningen (Suisse), le *C. polymorphum* du Miocène supérieur de La Bourboule, de Sinigaglia et de Lugarde. Ces similitudes de formes démontrent que des espèces de *Cinnamomum* peu nombreuses, ont occupé l'Europe, sans variation notable, pendant toute la durée du Tertiaire.

BIBLIOGRAPHIE

- LESQUEREUX : 1891. The Fl. of Dakota-Group., p. 104, pl. 15, f. 1 ; pl. 11, f. 4.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 6, Fl. der Ataneschisten, p. 77, pl. 19, f. 8.
 SAPORTA : 1873. Fl. de Gelinden, p. 60, pl. 9, f. 2-6.
 FRITEL : 1904. Le Naturaliste, 2 s, n° 425, p. 257, f. 1-9.
 WATELET : 1866. Pl. foss. du B. de Paris, p. 173, pl. 49, f. 9-13 ; pl. 50.
 LAURENT : 1912. Menat, p. 119, pl. 11, f. 4.
 SAPORTA : 1889. Aix (An. Sc. nat., 7 s, t. 10, p. 33, pl. 5, f. 6 ; pl. 6, f. 1).
 SAPORTA : 1868 a. Argiles de Marseille (An. Sc. nat. 5 s, t. 9, p. 40, pl. 4, f. 11, 15, 17 et p. 45, pl. 5, f. 5-6).
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 135).
 SAPORTA : 1867. Bois d'Asson (An. Sc. nat., 5 s, t. 8, p. 83, pl. 8, f. 1).
 BOULAY : 1899. Gergovie, p. 55-61, pl. 5, f. 57-61 ; pl. 6 et pl. 7.
 ETTINGSHAUSEN : 1868. Bilin, 2, p. 9-11, pl. 32, f. 2-14 ; pl. 33, f. 4-22.
 UNGER : 1867. Kumi, p. 30, pl. 7, f. 1-32.
 HEER : 1854-59. Fl. ter. helv., 2, p. 83-92, pl. 91, f. 1-22 ; pl. 92 ; pl. 93, pl. 94.
 MARTY : 1912 a. Lugarde, p. 9, pl. 2, f. 7.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. Bourboule, p. 28, pl., C, f. 4-5.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 263-267, pl. 7, f. 10, 11, 13 ; pl. 8, f. 2-17 ; pl. 35, f. 22 ; pl. 38, f. 9.
 CAVARA : 1888. Fl. Mongardino, p. 751, pl. 5, f. 6-8.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 228, pl. 10, f. 5-6.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 175, pl. 9, f. 9-11.
 ALMERA : 1907. Fl. alr Barcelona, p. 333.
 SAPORTA : 1888 b. Origine paléont. des arbres, p. 226.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 50, pl. 17, f. 6-8 ; pl. 18, f. 1-8.

Fruits de *Cinnamomum*

(Pl.-texte XIV, fig. 12)

Gisement : Rochessauve.

Signalée par une série de feuilles, la présence de *C. polymorphum*, à Rochessauve, est confirmée par ses fruits. Une plaquette de tripoli porte, en effet, l'empreinte de trois baies, groupées sur le même pédoncule comme chez l'actuel Camphrier. Elles mesurent 5-6 mm. de large sur 7,5-8 de long, les baies de *C. pedunculatum* ont 5,5-6 mm. de large sur 8-9 mm. de long. De forme ovale sub-orbulaire, à sommet mucroné, elles présentent, comme celles de l'espèce vivante après dessiccation, deux ou trois cannelures sur chaque face. Le pétiole de 1 mm. de diamètre, s'élargit pour supporter la baie. Ces fruits, par leur forme et leurs dimensions, se rattachent nettement à ceux de l'actuel *C. pedunculatum* Nees.

Les Camphriers, à l'état spontané, sont actuellement cantonnés dans les régions tropicales ou subtropicales ; les espèces voisines de *C. polymorphum* croissent surtout en Extrême-Orient, et occupent d'après LECOMTE (1913, p. 73), « la région septentrionale de l'immense aire triangulaire dont les sommets sont situés dans la partie occidentale de l'Inde, au Japon et en Australie ». Espèce tropicale *C. pedunculatum* est aussi une espèce relativement altitudinale. D'après les renseignements trouvés

dans les herbiers du Muséum de Paris, nous avons constaté qu'en Annam, dans la région de Natrang, il pousse jusque vers 1.650 m., à Formose entre 600-800 m., à Haïnan depuis 250 m. jusqu'à 800, alors que dans le Sud du Tché-kiang on le trouve entre 300 et 800 m., à l'Ouest de la même province il ne dépasse guère 450 m. Ces altitudes expliquent que le Camphrier miocène ait pu prospérer en Ardèche, au milieu d'une flore où l'élément tempéré-chaud est tout de même important. P. MARTY et L. GLANGEAUD (1936, p. 28), déclarent avoir vu de beaux spécimens de Camphrier fructifier au Cap d'Antibes et aux Iles Borromées, et un autre recéper à Largentièr (Ardèche) où il avait partiellement résisté à une gelée de -16° . STEFANOFF et JORDANOFF (1935, p. 52) indiquent que *C. Camphora* est cultivé avec succès dans la région de Batoum.

ARALIACÉES

GENRE HEDERA

Hedera Helix Linné

(Pl.-texte XXVI, fig. 8, 10)

Gisement : Rochessauve.

L'abbé BOULAY (1887, p. 24), par simple comparaison avec une figure, fort imparfaite d'ailleurs, reproduite par WEBER (1852), attribuait l'empreinte que nous décrivons ci-dessous à *Aristolochia primæva* Weber. Cette empreinte, incomplète, mesure 30 mm. de long sur 43 de large ; si par sa forme trilobée, à lobes très arrondis, elle rappelle vaguement les feuilles de certaines espèces actuelles d'*Aristolochia*, elle s'en distingue nettement par sa nervation.

En effet, chez *A. elegans* Mast. et *A. cretica* Lmk., espèces les plus voisines de notre empreinte, le limbe se rétrécit à la base, devient décurrent sur le pétiole et dessine une sorte de coin, de manière que les deux oreillettes formées par la base du limbe sont symétriquement placées par rapport à lui. Les nervures de la première paire de basilaires, longent les bords de ce coin et viennent se confondre insensiblement avec le pétiole. Or, chez l'empreinte fossile, ces mêmes nervures sont opposées et ne paraissent nullement sortir du limbe pour se confondre avec le pétiole. D'autre part, le reste de la nervation est aussi différent. Par contre, la nervation et la forme concordent parfaitement avec celles de certaines feuilles d'*Hedera Helix* L.

Sans signaler tous les gisements où l'on rencontre des empreintes du genre *Hedera*, notons simplement qu'on trouve ce genre dans la plupart des horizons géologiques d'Europe, depuis le Cénozanien de Bohême jusqu'au Villafranchien de Perrier (Puy-de-Dôme). Notre Lierre est fixé dans ses traits actuels dès l'Eocène de Sézanne. Dans le Centre de la France, LAURENT (1908) le signale dans le Plaisancien de Niac, BOUT et MARTY (1936) dans le Villafranchien de Perrier.

BIBLIOGRAPHIE

LAURENT : 1908. Niac, p. 59, pl. 9, f. 5-6.

BOUT et MARTY : 1936. Perrier, p. 28, pl. 3, f. 21.

NYCTAGINACÉES

GENRE ABRONIA

Abronia Bronnii Laurent

(Pl.-texte XXVI, fig. 11)

Gisement : Rochessauve.

Nous rattachons à cette espèce une empreinte qui mesure 12 mm. sur 11, formée par deux ailes qui délimitent au centre, une loge de forme ovoïde de 7 mm. de long sur 2 de large. A première vue on pourrait croire que l'on a affaire à une samare d'*Ulmus*, mais en y regardant de plus près, on s'aperçoit que la ligne de suture des ailes n'est pas symétrique par rapport à la loge séminifère, elle est placée sur le côté et non au milieu de celle-ci ; d'ailleurs l'une des ailes, plus étroite, est dans un plan oblique par rapport à la première, ce qui la distingue nettement des samares d'*Ulmus*. La pseudo-ligne suturale est précisément due au fait que les deux ailes n'appartiennent pas au même dièdre. L'empreinte dénote un fruit d'aspect ferme presque coriace. Chaque aile est ornée d'un réseau de nervures qui courent parallèlement jusqu'à la marge et présentent entre elles des anastomoses et des bifurcations qui circonscrivent des mailles très nettes, vides de toute ramification incomplète.

Des empreintes identiques à celle de Rochessauve ont été signalées, sous des noms divers, dans de nombreux gisements depuis l'Oligocène moyen jusqu'au Pliocène inférieur, citons ceux : d'Aix-en-Provence (Stampien), (SAPORTA, 1889), d'Armissan (Aquitanién), (SAPORTA, 1865 b), de Bilin (Miocène inférieur), (UNGER, 1847), (ETTINGSHAUSEN, 1866), de Lausanne (Oligocène), (HEER, 1854-59), de Joursac (Pontien), (LAURENT, 1908), de la Mougudo (Plaisancien), (LAURENT, 1904-05).

DE SAPORTA (1889) avait déjà noté que ces fruits ne pouvaient pas être attribués au genre *Ulmus*, il les rattachait au genre *Zygophyllum*. Mais c'est à LAURENT (1904-05) que revient le mérite d'avoir fait toute la lumière sur une série d'empreintes récoltées dans le gisement plaisancien de la Mougudo (Cantal). Après avoir comparé ces empreintes aux fruits de divers groupes de plantes actuelles qui présentent quelque affinité avec les fruits fossiles de la Mougudo, après avoir fait ressortir les analogies et les dissemblances, il conclut que c'est avec le genre *Abronia* que le fossile de la Mougudo présente le plus d'affinité. Sans nous étendre davantage sur cette question, nous renvoyons pour de plus amples détails à l'étude minutieuse qu'en a faite cet auteur.

Parmi les espèces actuelles c'est à *A. micrantha* Choisy que LAURENT rattache les empreintes du Cantal. Nous avons pu constater, parmi les plantes conservées dans les herbiers du Muséum de Paris que c'est, en effet, avec *A. cycloptera* Gray (*A. micrantha* Choisy) que l'empreinte de Rochessauve présente par sa forme, sa taille, sa nervation, le plus d'affinité.

Cette plante qui se plaît sur les sols siliceux, soit le long des cours d'eau, soit même dans des lieux plus arides, a une aire géographique qui s'étend depuis le Nord du Mexique jusqu'au Wyoming et le Sud de l'Utah, aux U.S.A. On la trouve à des altitudes comprises entre 5.000 et 8.000 pieds, non loin des associations de Conifères. Elle devait donc occuper les pentes rocheuses des Cévennes siliceuses d'où ses fruits, très légers, sont parvenus jusqu'à Rochessauve, soit emportés par le vent, soit par flottaison sur les eaux des rivières qui alimentaient le lac miocène.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1889. Aix (An. Sc. nat., 7 s, t. 10, p. 100, pl. 14, f. 10-11).
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 118, pl. 6, f. 6).
 UNGER : 1847. Chlor. Protog., p. 100, pl. 26, f. 2-4.
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, 1, p. 62, pl. 18, f. 1-5, 8.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., 2, p. 58, pl. 79, f. 6 b.
 MARTY, in LAURENT : 1908. Niac, p. 77.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 161, pl. 13, f. 1-17 ; pl. 14, f. 6, 7, 12 ; pl. 15, f. 5-7 ;
 pl. 16, f. 5, 6.

RHAMNACÉES

GENRE *BERCHEMIA**Berchemia multinervis* Heer

(Pl.-texte XXVI, fig. 2)

Gisement : Charay.

Cette empreinte, presque complète, mesure 55 mm. de long sur 33 de large. C'est une feuille de forme subovale, à base élargie, légèrement cordiforme, à sommet plus atténué, le bord du limbe est entier et un peu ondulé. La nervure médiane est rectiligne et bien marquée. Les secondaires, au nombre de 9-10 paires, s'insèrent sur elle en faisant un angle de 50° à 60°, plus petit, d'ailleurs, pour les nervures supérieures. Ces nervures secondaires, parallèles entre elles, s'incurvent et servent par leur extrémité supérieure de bordure à la feuille, la camptodromie s'effectuant par simple jonction de l'une à l'autre.

Les nervures tertiaires, visibles seulement par places sur notre échantillon, sont très serrées et sensiblement parallèles entre elles.

On rencontre parmi les *Berchemia* actuelles plusieurs espèces très voisines, sinon identiques à l'empreinte de Charay. C'est d'abord *B. annamensis* Pit., du haut Douaï (Annam) où elle croît à 2.500 m. d'altitude. Une feuille de cette espèce que nous reproduisons (Pl.-texte XXVI, fig. 6) a bien des analogies avec celle de la plante fossile, cependant le sommet est un peu plus arrondi, les nervures secondaires sont plus ascendantes, l'angle d'insertion est plus petit, les nervures tertiaires sont plus fréquemment anastomosées entre elles que chez *B. multinervis*.

Par contre, nous reproduisons (Pl.-texte XXVI, fig. 7), une feuille de *B. floribunda*, Brongn., liane grimpante et buissonnante de la province de Laokay, dans le Nord du Tonkin, qui est presque identique à celle de la plante miocène ardéchoise. Le nombre des nervures secondaires est le même, l'angle d'insertion sur la médiane est sensiblement de même grandeur chez les deux plantes, le sommet du limbe est légèrement atténué, non complètement arrondi, la base est cordiforme dans les deux cas, la nervation tertiaire est en tous points comparable chez les deux espèces.

B. multinervis a été signalée dans l'Eocène de Denver Formation, au Sud de Table Mountain (U.S.A.), (KNOWLTON, 1930), dans l'Oligocène inférieur de Redding Creek (Californie), (MACGINNIE, 1927), dans le Miocène du Nouveau-Mexique (LESQUEREUX, 1878), mais les empreintes américaines sont plus petites, plus elliptiques et celle de Redding Creek possède 14 paires de nervures secondaires, alors que notre empreinte en a seulement 10 paires. SAPORTA (1865 b) décrit et

figure une empreinte de *B. prisca* Sap., de l'Aquitaniens d'Armissan, différente de celle de Charay, par sa forme et sa nervation. Par contre HEER (1854-59) décrit et reproduit plusieurs feuilles de *B. multinervis* identiques à celle du Miocène des environs de Privas; elles furent trouvées dans l'Aquitaniens de Rivaz (Suisse), dans le Miocène inférieur d'Eriz (Suisse) et dans le Miocène supérieur d'Ehningen. Mais c'est dans le Miocène supérieur du Chan-toung (Chine) que nous trouvons des feuilles fossiles identiques en tous points à celles de Charay; elles ont été décrites et figurées par CHANEY et HU (1940) (voir notre Pl.-texte XXVI, fig. 3). Ces auteurs rapprochent leur *B. miofloribunda* de l'actuel *B. floribunda* Brongn. dont l'habitat s'étend depuis l'Annam, le S.E. et le S.O. de la Chine jusque vers le Nord de la province du Hou-nan. Les empreintes du Plaisancien de la Mougudo (Cantal), (LAURENT, 1904-05), et de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922) sont différentes de la nôtre par leur forme et leur nervation, elles sont d'ailleurs rapportées, par ces auteurs, à l'espèce américaine *B. volubilis* D.C., bien distincte de *B. floribunda*. Notons que H.D. MACGINITIE (1937), rattache *B. multinervis* de l'Oligocène inférieur de Redding Creek, non à l'espèce américaine actuelle, mais aux formes asiatiques telles que *B. giraldiana* Schneider et *B. racemosa* S. et Z. C'est d'ailleurs en Chine du Sud que cet auteur voit le centre de distribution des quelques 20 espèces de *Berchemia* qui croissent actuellement en Asie méridionale, au N.E. de l'Amérique et dans l'Afrique orientale où elles se plaisent sur le bord des rivières ou sur les pentes boisées.

BIBLIOGRAPHIE

- KNOWLTON : 1930. U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 155, p. 102.
 MACGINITIE : 1937. Carn. Inst. Washington, Pub. 465, p. 145, pl. 13, f. 1.
 LESQUEREUX : 1878. U.S. Geol. Surv., vol. VII, p. 281, pl. 53, f. 7, 8.
 HEER : 1954-59. Fl. Tert. Helv., III, p. 77, pl. 123, f. 9-18.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 208, pl. 17, f. 9.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 195, pl. 15, f. 8-9.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 65, pl. 39, f. 5, pl. 40, f. 2-3.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 194, pl. 11, f. 1).

MYRSINACÉES

GENRE ARDISIA

Ardisia gallica N. Boulay

(Pl.-texte XXXVI, fig. 10 et Pl. II, fig. 2)

Gisement : Rochessaue.

L'abbé BOULAY (1887, p. 24) créa une espèce nouvelle pour trois feuilles, de Rochessaue, « dont l'une, parfaite, coïncide jusque dans les moindres détails avec celle d'un *Ardisia*, indéterminé, recueilli par VIEILLARD à Kanala (Nouvelle-Calédonie) et conservé sous le N° 323 dans l'herbier DEPLANCHE. On retrouve même, à la loupe, sur les empreintes fossiles les ponctuations glandulaires qui existent sur plusieurs espèces de ce groupe ». Cette feuille mesure 48 mm. de long sur 20 de large. Elle est de forme exactement oblongue, obtuse au sommet, brièvement atténuée à la base en un pétiole court et étroitement ailé. Le contour est entier. La nervure médiane est assez mince quoique bien marquée. Il y a 5-6 paires de nervures secondaires principales qui se détachent de la médiane sous un angle variant de 58° (avant dernière nervure à gauche) à 89° (avant-dernière nervure à

droite) ; elles se bifurquent à angle droit, au milieu du trajet, et se dirigent vers les bords en deux branches flexueuses dont l'une rejoint la nervure inférieure et l'autre la nervure supérieure. Entre les secondaires, il y a parfois une ou deux intercalaires plus courtes qui se bifurquent pour rejoindre les secondaires. A l'intérieur, et en dehors des grandes mailles ainsi formées, courent des filets fins et flexueux qui circonscrivent de petites aréoles courtes qui ne se rattachent à aucune figure géométrique. Du sommet du pétiole, partent deux nervures qui courent à un millimètre du bord et vont se réunir à la première paire de secondaires. L'aspect est plutôt coriace de sorte que, seules les principales nervures du réseau tertiaire sont visibles.

Outre la feuille d'*Ardisia* de Nouvelle-Calédonie, dont parle l'abbé BOULAY, nous avons trouvé, au Muséum de Paris, des feuilles d'*A. tetramera* Miq. (Pl.-texte XXXVI, fig. 11) provenant des environs de Kaity, Japon, et qui, bien que de forme un peu plus étalée, ont une nervation identique à celle de l'espèce fossile.

En effet, comme chez l'espèce fossile, elles possèdent : une paire de nervures secondaires qui partent de la base du pétiole et remontent longuement le long du limbe pour rejoindre les suivantes ; six paires de nervures secondaires qui s'insèrent sur la médiane sous des angles qui varient de 55° à 86°, une ou deux intercalaires, entre les secondaires, également bifurquées ; un réseau tertiaire lâche, peu apparent sur la face inférieure, tandis que sur la face supérieure on aperçoit des nervilles tertiaires qui forment des mailles allongées et rétrécies parallèlement aux secondaires. L'empreinte fossile ne montrant qu'un réseau tertiaire assez lâche, à mailles non parallèles aux secondaires, doit représenter, sans doute, la face inférieure d'une feuille.

***Ardisia paucinervis* N. Boulay**

(Pl.-texte XX, fig. 11)

Gisement : Rochessauve.

Une deuxième feuille, désignée par l'abbé BOULAY (1887, p. 25) sous le nom d'*A. paucinervis*, a une forme lancéolée, étroitement oblongue, atténuée, d'assez loin, à la base en un pétiole court, brièvement acuminée au sommet. Elle mesure 7 cm. de long sur 20 mm. de large. Le contour est entier, la nervure principale est épaisse vers la base, atténuée et grêle au-dessus du milieu. Les nervures secondaires, très fines, au nombre de 7-8 paires, se détachent de la médiane sous un angle de 35° à 45° ; elles sont un peu arquées, ascendantes, et s'anastomosent près du bord avec les nervures suivantes. Dans l'intervalle des nervures secondaires, sur la principale et sur les nervures secondaires naissent des nervures de troisième ordre, très fines, visibles à la loupe et qui se détachent de la médiane sous des angles presque droits et donnent lieu à un réseau difficile à saisir.

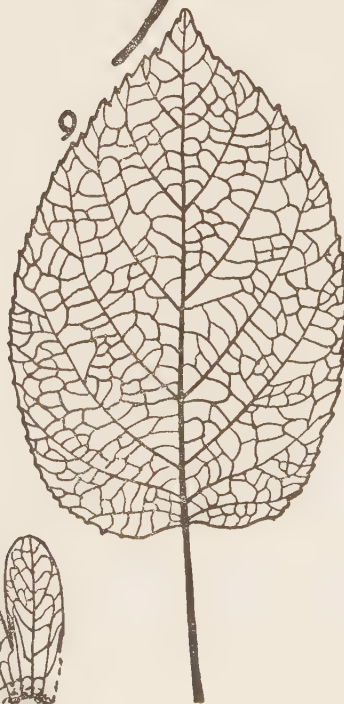
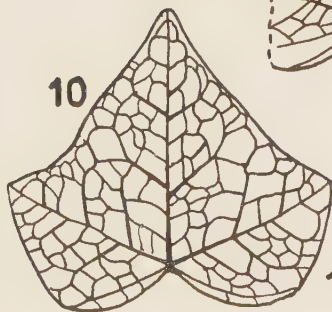
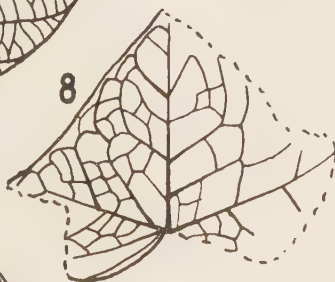
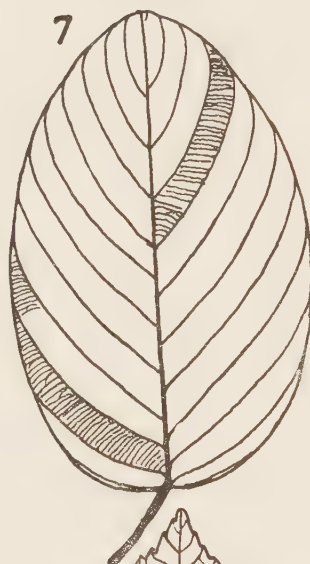
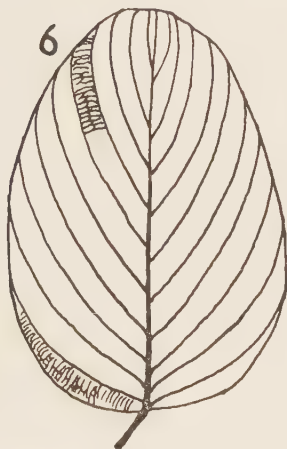
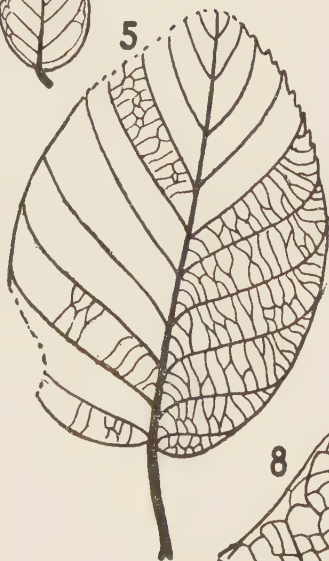
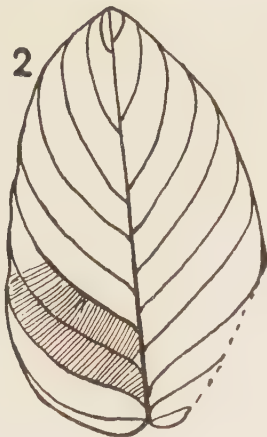
A la loupe, on aperçoit également, sur cette empreinte, les traces des ponctuations glandulaires, absentes chez certaines espèces de *Salix* et de *Benzoin* qui ont des feuilles à forme voisine de celle de notre échantillon.

Nous n'avons pas trouvé parmi les échantillons des *Ardisia* actuelles conservées au Muséum de Paris, des feuilles complètement identiques à cette empreinte. Celles qui nous ont paru en être les plus voisines sont :

1°. — *A. elegans* Andr., arbuste de Haïnan, possède 7-8 paires de nervures secondaires et des intercalaires ayant même allure que celles de l'empreinte de Rochessauve ; mais l'angle des secondaires avec la médiane variant de 40° à 70° est beaucoup plus irrégulier et d'autre part les feuilles de *A. elegans* ont une forme plus lancéolée.

PLANCHE-TEXTE XXVI

1. — *Viburnum rugosum* Pers. Var, *pliocenicum* Sap. et Mar. (Rochessaue).
2. — *Berchemia multinervis* Heer, (Charay).
3. — *B. miofloribunda* Chaney et Hu, (Miocène supérieur du Chantoung, Chine).
4. — *Vaccinium acheronticum* Ung., (Rochessaue).
5. — *Alnus* aff. *A. nepalensis* Don, (Rochessaue).
6. — *Berchemia annamensis* Pit., (haut-Douaï, Annam, altitude 2.500 m.), (Herbier Boulay).
7. — *B. floribunda* Brong., (Province de Laokay, Tonkin), (Herbier Muséum).
8. — *Hedera Helix* L., (Rochessaue).
9. — *Alnus cordata* Desf., (Jard. Bot. Université Cath. Lille).
10. — *Hedera Helix* L., (Jard. Bot. Université Cath. Lille).
11. — *Abronia Bronnii* Laur., (Rochessaue).
12. — *Magnolia* aff. *M. grandiflora* L., (Rochessaue).
13. — *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana* Lindl., involucre, (Rochessaue).



2cm

2°. — *A. maculosa* Mez., du Tonkin méridional, a une forme plus voisine de celle d'*A. paucinervis*, que l'espèce précédente ; le nombre des nervures secondaires : 7-8 paires est le même ; la nervation tertiaire a aussi beaucoup de ressemblance, mais l'angle des secondaires avec la médiane varie de 38° à 60°, il est en moyenne de 50°-55°, il est donc de 5° à 10° plus grand que chez l'espèce fossile. Ces deux espèces vivantes ont bien, comme nous venons de le voir, de l'affinité avec l'espèce fossile, mais elles présentent aussi des dissemblances qui interdisent l'assimilation de l'espèce miocène à l'une de ces espèces actuelles.

Notons avec LAURENT (1904-05, p. 224) que les empreintes d'*Ardisia* de Rochessauve, présentent un réseau tertiaire moins serré que chez les espèces actuelles franchement tropicales, elles se rapprochent, à ce point de vue, des *Ardisia* qui habitent la limite nord de l'extension du genre, c'est-à-dire le S.E. de la Chine et le Japon.

L'abbé BOULAY (1887, p. 25) rapproche son *A. paucinervis* de *Benzoin paucinerve* Heer, du Miocène supérieur d'Ehningen (HEER, 1854-59), de *Salix paucinervis* Al. Br. et de *S. integra* Gœpp. du Miocène supérieur de Schosnitz (GÖPPERT, 1855). ETTINGSHAUSEN (1868) décrit et figure *Ardisia Harpyrum* Ett., du Miocène inférieur de Bilin, mais toutes ces empreintes ne montrent qu'une nervation très incomplète qui ne permet pas de les comparer avec celles de Rochessauve, d'autre part elles sont d'une taille beaucoup plus grande. Par contre, *A. daphnoides* Massal., du Miocène supérieur de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), montre un réseau de nervures identique à celui de notre échantillon ; de même le parenchyme porte des ponctuations glanduleuses caractéristiques de certains *Ardisia* ; l'empreinte de Rochessauve se distingue de celle de Sinigaglia, uniquement par une atténuation et une acuminure du sommet un peu plus prononcées.

CAPRIFOLIACÉES

GENRE VIBURNUM

Viburnum rugosum Persoon

(Pl.-texte XXVI, fig. 1)

Gisement : Rochessauve.

Bien que cette empreinte ne soit pas parfaite, elle fut attribuée par l'abbé BOULAY (1887, p. 24), à *V. rugosum* Pers. Elle est de forme générale obovée, à sommet subarrondi, surmonté d'un acumen très court, de contour entier, tout au plus légèrement ondulé. Les nervures secondaires, seules visibles, sont arquées et très ascendantes. Le pétiole est gros et court.

Cet échantillon, par la forme et par la nervation secondaire — la seule qui soit visible — rappelle une des empreintes du Pliocène moyen de Meximieux (Ain), (SAPORTA, 1876). Mais elle diffère de la plante vivante, prise comme terme de comparaison par DE SAPORTA, par l'angle d'insertion sur la médiane, des nervures secondaires, plus petit chez l'empreinte de Rochessauve que chez la feuille actuelle. La même différence s'observe entre l'empreinte du Plaisancien de Niac, (LAURENT, 1908), et notre spécimen. Si nous avons eu affaire à plusieurs échantillons bien conservés, nous aurions entrepris des recherches parmi les espèces vivantes de *Viburnum* pour vérifier si, chez elles, l'angle d'insertion des nervures secondaires est sensiblement constant, ou si au contraire il est

variable. Bien que nous soyons probablement en présence d'un vrai *V. rugosum*, nous rangeons cette empreinte dans les espèces possibles, mais non certaines.

Rappelons que le *V. rugosum* actuel, voisin de notre Laurier-Tin, habite les Canaries où il accompagne dans les forêts de cet archipel les Lauriers et le Houx.

BIBLIOGRAPHIE

LAURENT : 1908. Niac, p. 64, pl. 9, f. 9.

DE SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 132, pl. 31, f. 1-3.

ERICACÉES

GENRE VACCINIUM

Vaccinium acheronticum Unger

(Pl.-texte XXVI, fig. 4)

Gisement : Rochessaue.

Une empreinte mutilée, mesurant 16 mm. de long sur 12 de large, reproduit assez bien une feuille complète trouvée dans l'Helvétien de Saint-Gall (Suisse), (HEER, 1854-59). De forme ovale à base arrondie, la feuille de Rochessaue possède une nervure médiane bien marquée, un pétiole robuste et cinq à six nervures secondaires grêles, qui se rejoignent en arceaux assez près de la marge. Signalée par HEER (1854-59) dans l'Aquitaniens de Monod et de Hohe-Rhonen (Suisse), dans le Miocène inférieur de Schangnau (Suisse) et le Miocène d'Ehningen, par UNGER (1850) dans l'Aquitaniens de Sotzka (Styrie) et le Burdigalien de Radoboj (Croatie), (1868), cette espèce est abondante dans l'Oligocène supérieur et le Miocène de l'Europe centrale et de Suisse. Mais les feuilles reproduites par HEER et UNGER ne comportent, parfois, aucune nervation et présentent des formes très variées et bien différentes de celle de notre spécimen. Il est fort probable que les nombreuses empreintes provenant, soit de Sotzka, soit de Suisse, attribuée à *V. acheronticum* appartiennent à plusieurs espèces. Seules les feuilles de l'Helvétien de Saint-Gall et du Miocène supérieur d'Ehningen peuvent être comparées, avec quelque chance d'identité, au *Vaccinium* de l'Ar-dèche.

V. acheronticum a été rapprochée par HEER de *V. stamineum* L., dont les feuilles sont de taille et de forme très variables, et dont le nombre de nervures secondaires oscille, d'après les échantillons que nous avons examinés, entre 5-6 et 10-11 paires ; si notre empreinte peut être comparée à certaines feuilles de *V. stamineum*, de Louisiane, l'affinité paraît encore plus grande, soit avec *V. ovatifolium* Sm. des montagnes de Nikko (Hondo), soit avec *V. modestum* Sm. du Yunnan, dont certaines formes sont très proches de l'empreinte de Rochessaue. Mais notre unique échantillon, trop imparfait, se prête mal aux comparaisons, nous ne citons cette empreinte qu'à titre documentaire, bien que l'abbé BOULAY (1887, p. 25) admettait cette détermination comme certaine.

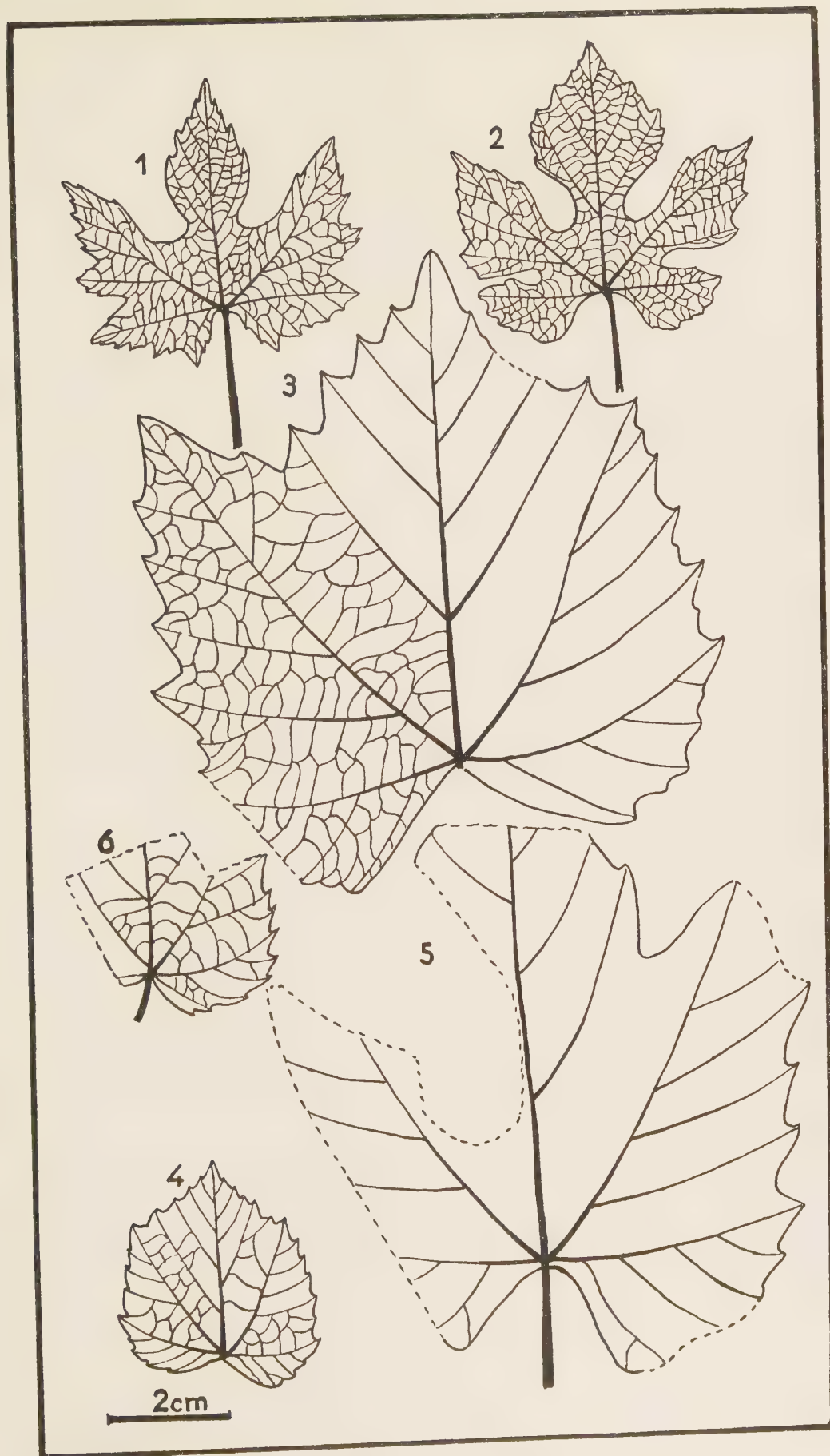
BIBLIOGRAPHIE

HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., 3, p. 10, pl. 101, f. 29.

UNGER : 1850. Sotzka, p. 43, pl. 24, f. 1-17.

PLANCHE-TEXTE XXVII

1. — *Vitis prævinifera* Sap., 1/2 grandeur naturelle, (Rochessauve).
2. — *Vitis cebenensis* Jord., vigne sauvage subsponnée dans les Cévennes, 1/2 grandeur naturelle.
- 3, 4, 5. — *Vitis* aff. *V. Thunbergii* S. et Z., (Rochessauve).
6. — *V. teutonica* Al. Br., (Rochessauve).



MAGNOLIACÉES

GENRE MAGNOLIA

Magnolia aff. **M. grandiflora** Linné

(Pl.-texte XXVI, fig. 12)

Gisement : Rochessauve.

Une empreinte fragmentaire représente l'extrémité d'une feuille d'aspect coriace, avec un acumen rigide, courbé, légèrement tordu. La nervation, bien que partiellement visible, montre cependant, outre 3-4 paires de nervures secondaires très ascendantes le long de la marge, un réseau ultime formé de mailles polygonales très serrées. Par sa forme et sa nervation, elle rappelle l'actuel *Magnolia grandiflora* L. que l'on rencontre aux U.S.A. depuis le Sud de la Caroline du Nord, jusqu'à la Floride.

Cette feuille fossile présente des analogies frappantes avec *M. reticulata* Chaney et Sanborn, de l'Oligocène inférieur de Goshen, Oregon central (U.S.A.). L'abbé BOULAY (1887, p. 27) attribue l'empreinte de Rochessauve à *M. Dianæ* Ung. du Miocène inférieur de Radoboj (Croatie) ; la forme des deux empreintes est en effet identique, mais comme UNGER (1860) ne figure pas la nervation, il est impossible de conclure à une concordance parfaite entre les deux espèces. L'abbé BOULAY compare aussi cette empreinte à *M. cyclopeum* Web., du Burdigalien de Rott (Prusse rhénane), (WESSEL et WEBER, 1856), mais ici encore l'absence de nervation ne permet pas de saisir des liens de parenté suffisants entre l'espèce ardéchoise et l'espèce rhénane, pour admettre leur identité.

L'empreinte de Rochessauve étant trop imparfaite pour être rattachée avec certitude à une espèce fossile, bien que son attribution générique ne soit pas douteuse et que le peu de nervation encore visible l'apparente étroitement à l'actuel *M. grandiflora* L., nous nous contenterons d'indiquer ici, les rapprochements auxquels elle peut se prêter.

« Le genre *Magnolia*, nous dit DE SAPORTA (1888 b, p. 263) est un des plus anciennement fixé et des plus largement répandu à l'état fossile. La Craie d'Europe, dès le Cénomanien, en Bohême et en Moravie, la Craie d'Amérique du Nord et celle d'Extrême-Orient, en offrent des exemples et, aux feuilles se joignent parfois des fragments de fruits qui enlèvent à l'attribution toute incertitude. Ces types crétacés s'éloignent fort peu des types actuels : c'est ainsi que le *Magnolia amplifolia* Heer de Molettein en Moravie, a des feuilles proches de celles de *M. acuminata*, tandis que ses fruits s'apparentent plutôt à ceux de *M. grandiflora* L. ».

Nous ne saurions, à propos d'une empreinte aussi fragmentaire, nommer tous les gisements qui ont livré des restes de *Magnolia*, notons simplement que les fruits de *Magnolia* découverts dans le Crétacé de Kardlok (Groenland), (SEWARD, 1935 b), sont venus lever le doute émis par SEWARD (1926) sur la présence du genre *Magnolia* dans la Craie du Groenland, présence attestée jusqu'à cette date uniquement par des feuilles dont la nervation, surtout le réseau ultime, n'était pas entièrement visible.

P. MARTY (1916) signale des feuilles et un réceptacle de *Magnolia Laurenti* Marty, dans le Stampien de Ravel (Puy-de-Dôme) ; il les rattache à *M. soulangeana* Hort et à *M. yulan* Desf., plantes actuelles de Chine. De même KIRCHHEIMER (1936, p. 487) a découvert, dans l'Oligocène de Flörsheim am Main, des graines de *Magnolia* qui ont confirmé l'attribution d'empreintes foliaires à *M. Dianæ* Ung. (ENGELHARDT, 1911).

BIBLIOGRAPHIE

- CHANEY et SANBORN : 1933. The Goshen Fl. of W.C. Oregon, p. 70, pl. 13, f. 1, 2, 4.
 UNGER : 1860. Sylloge Plant. Foss., p. 28, pl. 11, f. 1-4.
 WESSEL et WEBER : 1865. Tert. Fl. der Nieder-Braunk., p. 41, pl. 8, f. 6.
 MARTY : 1916. Ravel (Bul. Soc. Géol. de Fr., 4 s., t. 15, p. 242-259).
 SEWARD : 1926. The Cret. Pl. of W. Greenland, p. 120, f. 25.
 SEWARD : 1935 b. Add. Cret. Pl. from W. Greenland, p. 22, pl. 4, f. 20.

VITACÉES

GENRE VITIS

Vitis teutonica Al. Braun

(Pl.-texte XXVII, fig. 6 ; Pl.-texte XXVIII, fig. 1, 2, 3 ; Pl.-texte XLII, fig. 3 et Pl. II, fig. 13 ;
 Pl. IV, fig. 5)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Cette Vigne est représentée par toute une série d'empreintes foliaires, le plus grand nombre de Rochessauve, et quelques-unes de Charay ; elles ont une base plus ou moins cordiforme et asymétrique, ou parfois simplement tronquée ; le contour est grossièrement et souvent inégalement denté et irrégulièrement trilobé. Six nervures rayonnantes, exceptionnellement sept, partent de la base du pétiole. L'asymétrie de la base de la feuille comporte une nervure principale de plus d'un côté que de l'autre. L'angle que font les directions de base (non leur écartement à la jonction du limbe) de la première paire de nervures basilaires, est sensiblement constant et par suite est un bon caractère spécifique. En effet, sur les angles de vingt-deux empreintes que nous avons mesurés, deux seulement étaient de 70°, deux autres de 55 à 60° et tous les autres de 60 à 65°, le plus grand nombre mesuraient 65°. Les nervures tertiaires sont subparallèles ou bifurquées et donnent naissance à un réseau de mailles polygonales irrégulières.

La forme et les dimensions varient dans une large mesure, comme dans les vignes actuelles, tandis que les caractères de la nervation semblent beaucoup plus constants. La quantité d'empreintes exhumées de Rochessauve et de Charay, prouve que *V. teutonica* devait tenir une bonne place dans la végétation des coteaux rocaillieux, calcaires ou marneux, qui formaient les flancs des vallées pré-éruptives.

Parmi les formes actuelles voisines de *V. teutonica* citons : *V. betulifolia* Diels et Gilg. (Pl.-texte XXVIII, fig. 4, 5 ; Pl.-texte XLII, fig. 2), espèce chinoise qui croît en particulier dans les provinces du Hou-pé et du Sé-tchouan. Cependant cette vigne ne possède que cinq nervures rayonnantes de la base du pétiole, au lieu de six chez les empreintes fossiles. Par contre, l'angle de 65°, que font les directions de base de la première paire de basilaires, la forme, la denticulation, présentent de grandes analogies avec l'espèce fossile ardéchoise. Certaines formes de *V. reticulata* Gagnep., espèce des provinces du Sé-tchouan oriental et du Hou-pé (Chine), et de *V. cordifolia* Michx., plante de la Virginie, des Carolines et du Nord du Texas, U.S.A., se rapprochent de *V. teutonica*. Mais aucune de ces deux espèces ne présente plus de cinq nervures s'attachant à la base du pétiole et, d'autre part, si l'angle de base de la première paire de basilaires est de 60-65° dans la première

PLANCHE-TEXTE XXVI I I

1. — *Vitis teutonica* Al. Br., (Rochessaue).
2. — *V. teutonica* Al. Br., (Charay).
3. — *V. teutonica* Al. Br., (Rochessaue).
- 4, 5. — *Vitis betulifolia* Diels et Gilg., (Hou-pé, Chine), (Herbier Muséum).



2cm

espèce, il est beaucoup plus variable chez la seconde et oscille entre 75° et 110°. L'espèce de vigne vivante qui nous a paru présenter le plus d'affinité avec *V. teutonica*, est *V. flexuosa* Thunb., du Japon, dont certaines formes possèdent six nervures issues du point d'insertion du pétiole sur le limbe et chez qui, l'angle de la direction de base de la première paire de basilaires, est du même ordre de grandeur que chez *V. teutonica*.

V. teutonica est connue, soit par ses graines, soit par ses feuilles, dans plusieurs gisements tertiaires d'Europe. Citons pour l'Oligocène d'Allemagne (KIRCHHEIMER, 1939), ceux de : Niderpleis b. Siegburg, Wiesa b. Kameus ; pour celui de Tchécoslovaquie : Berand b. sulloditz, près de Bilin (Bohême). Elle abonde au Miocène où on la trouve à Salzhausen en Wetereau (Allemagne), (UNGER, 1860), à Naumburg a. Bober (Allemagne), (KIRCHHEIMER, 1939) ; dans le Miocène d'œhningen (HEER, 1854-59) et dans celui de Zalesce (Pologne), (CZECZOTTOWA, 1951) ; dans le Pontien de Fontgrande (Aubrac), (LAUBY, 1910) ; enfin dans le Pliocène inférieur de Kroszienko (Pologne), (SZAFER, 1946).

BIBLIOGRAPHIE

- UNGER : 1860. Syllog. Pl. foss., I, p. 23, pl. 9, f. 1-8.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., III, p. 194, pl. 145, f. 1-3.
 SZAFER : 1946. Kroszienko, p. 304, pl. 12, f. 5.
 KIRCHHEIMER : 1939. Die Rebengewächse zur Braunkohlenzeit, p. 116.
 LAUBY : 1910. Recherches paléophytologiques dans le Massif Central, p. 124.
 CZECZOTTOWA : 1951. Zalesce, pl. 12, f. 6, 8.

Vitis aff. **V. betulifolia** Diels et Gilg.

(Pl.-texte XXX, fig. 4)

Gisement : Charay.

Nous rattachons à *V. betulifolia* Diels et Gilg., vigne du Sé-tchouan oriental (Chine), deux empreintes dont l'une complète est reproduite (Pl.-texte XXX, fig. 4). Ce sont des feuilles qui mesurent 85 mm. de long sur 70 de large et qui, par leurs dents aiguës, simples, leur forme trilobée, avec lobes latéraux à peine amorcés, la base légèrement cordiforme, l'angle de base de 70° de la première paire de basilaires, rappellent tous les caractères de l'actuelle vigne chinoise dont nous reproduisons quelques spécimens (Pl.-texte XXVIII, fig. 4, 5 ; Pl.-texte XLII, fig. 2).

V. vivariensis N. Boulay aff. **V. vinifera** Linné

(Pl.-texte XXIX, fig. 1)

Gisement : Charay.

L'abbé BOUBAY (1887, p. 26) parle d'une feuille de vigne de 16-17 cm. de large sur 20 de long. Nous n'avons pas retrouvé la feuille entière, mais seulement des fragments dont nous reproduisons le mieux conservé. L'imperfection de l'empreinte ne permet pas de juger du contour, ni de la denticulation en son entier, cependant les quelques dents conservées paraissent obtuses au sommet comme chez *V. vinifera*. Les seuls caractères bien visibles sont la nervation et la présence d'auricules, appelés : tablier. La netteté avec laquelle la nervation ressort, montre que la face inférieure était glabre ou à peine pubescente et les nervures, très saillantes, relativement épaisses ; la consistance paraît être ferme ou même coriace.

Du sommet du pétiole partent directement cinq nervures principales, très prononcées. A ces nervures correspondent, sur le contour, des lobes bien marqués. Les deux nervures inférieures émettent vers le dehors cinq à sept nervures secondaires, divisées elles-mêmes en nervures de troisième ordre. Le réseau tertiaire comprend des nervilles subperpendiculaires aux secondaires qui délimitent deux ou trois séries de mailles pentagonales, comme on peut l'observer chez notre actuelle *V. vinifera*. L'angle des directions de base de la première paire de nervures basilaires est ici de 107° , or la moyenne du même angle chez les échantillons de *V. vinifera* que nous avons mesurés, est précisément de $100-110^\circ$.

Dans une étude encore inédite, M. le Chanoine DEPAPE a constaté que, sur plus de 200 échantillons de *V. vinifera*, la longueur du tablier par rapport à la longueur totale du limbe était, en moyenne, de 27 %, alors que chez les autres types de vigne, le tablier n'existe pas ou a une valeur ne dépassant pas 19 % de la longueur totale du limbe. Dans *V. vivariensis* le rapport de la longueur du tablier à la longueur totale du limbe est de $5/20$, soit 25 %, il se rapproche donc de la moyenne observée chez *V. vinifera*.

V. vivariensis est donc une vigne voisine de *V. vinifera* ; l'empreinte que nous venons de décrire, représente une feuille de grande taille, comme on peut en observer chez *V. vinifera* quand elle se trouve dans des conditions exceptionnelles.

L'abbé BOULAY (loc. cit., p. 26) rapproche *V. vivariensis* de *V. olriki* Heer, de l'Eocène d'Atanekrdluk (Groenland), (HEER, 1868-83) et de *V. crenata* Heer (HEER, 1868-83) de l'Eocène de l'Alaska ; bien que la forme générale de l'empreinte de Charay rappelle celle des empreintes arctiques, elle se distingue de la première par l'angle des basilaires (120° chez *V. olriki*), et par la proportion du tablier qui est à peine de 14 % chez l'espèce du Groenland ; l'espèce de l'Alaska s'en différencie par l'absence du tablier et par l'angle des basilaires, beaucoup plus petit (90°). Il la rapproche encore des vignes vivantes telles que *V. æstivalis* Michx. et *V. cordifolia* Michx., mais, ici encore, ni la forme, ni les dimensions du tablier, ni la valeur de l'angle des basilaires, ne concordent. C'est avec *V. vinifera* que *V. vivariensis* a le plus d'affinité.

BIBLIOGRAPHIE

HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 1, p. 120, pl. 48, f. 1.

HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., 2, Fl. foss. Alaskana, p. 36, pl. 8, f. 6.

Vitis aff. **V. vinifera** L. var. **prævinifera** Saporta

(Pl.-texte XXVII, fig. 1)

Gisement : Rochessauve.

« C'est seulement lors du Miocène récent, au gisement de Charay (Ardèche), que l'ancêtre présumé et probablement direct de la vigne cultivée se montre pour la première fois : il est représenté jusqu'ici par une feuille unique qui, par son mode caractéristique de lobature, ne saurait tromper ». Ainsi s'exprimait DE SAPORTA (1888 b, p. 256). Nous savons, par une lettre de l'abbé BOULAY, retrouvée dans ses notes manuscrites, et adressée à DE SAPORTA, que ce dernier se trompait sur le lieu d'origine de l'empreinte et que le *V. prævinifera* en question, provenait non de Charay, mais de Rochessauve.

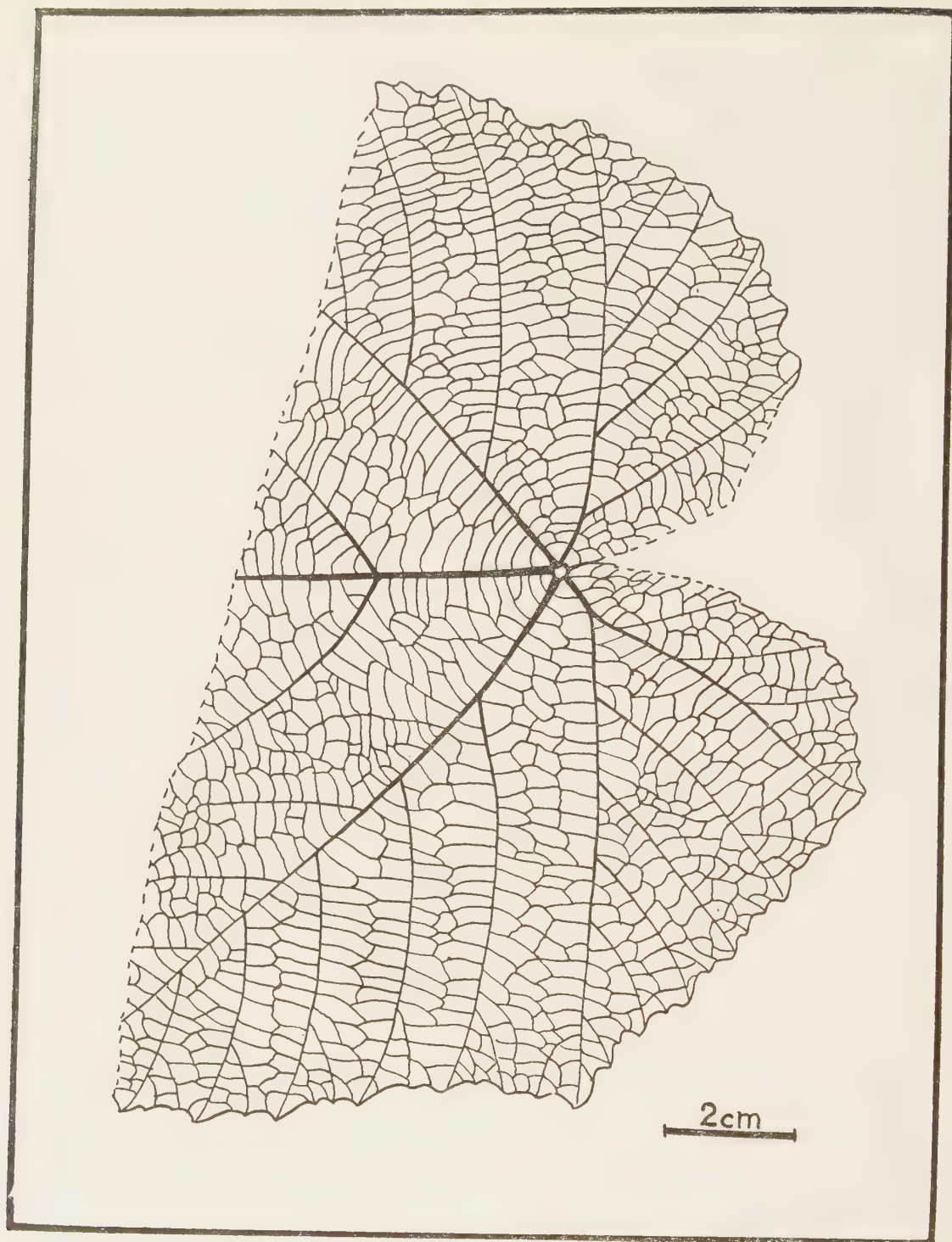


PLANCHE-TEXTE XXIX

Vitis vivariensis N. Boul., (Charay).

L'abbé BOULAY (1887, p. 26) parle de petites feuilles et de fragments, provenant de Rochessauve, qui paraissent se rapporter à *V. prævinifera*. Nous reproduisons (Pl.-texte XXVII, fig. 4, 6) deux de ces petites feuilles ; celle de la fig. 4, par l'angle de 85° des directions de base des premières nervures basilaires, par ses dents élargies, légèrement mucronées, se rattache, comme nous l'avons vu, à *V. Thunbergii*, bien que les trois lobes ne soient pas complètement différenciés, on rencontre d'ailleurs de tels lobes chez les jeunes feuilles de l'espèce vivante. La présence, chez l'empreinte fragmentaire fig. 6, de six nervures naissant de la base du pétiole, de dents plus aiguës munies d'un mucron bien marqué, ainsi que de l'angle, de 65-70°, des directions de base des premières basilaires, sont des caractères qui la rapprochent de *V. teutonica* et l'éloignent de *V. prævinifera*. Nous ne tenons pas compte des fragments dont parle l'abbé BOULAY, ils sont trop incomplets pour se prêter à des comparaisons ayant quelque valeur. L'empreinte reproduite par DE SAPORTA est donc l'unique échantillon de Rochessauve, qui se rattache vraiment à *V. vinifera*.

L'ancêtre de *V. vinifera* L. apparaît pour la première fois en Europe, dans le Thanétien de Sézanne et les feuilles représentées par DE SAPORTA (1888 b) se rattachent bien à *V. vinifera* par l'angle de 100-105°, de la première paire de nervures basilaires, par les dents, souvent denticulées et par les tabliers plus ou moins recouvrants. La feuille du Miocène supérieur de Vienne (Autriche), (ETTINGSHAUSEN, 1851) est peut-être une empreinte proche de *V. vinifera*, mais est trop imparfaite pour être identifiée. Par contre celles du Pliocène de Toscane (GAUDIN, 1862) rappellent par tous leurs caractères celles de *V. vinifera*.

De nombreuses graines de *V. cf. silvestris* Gmel (*V. vinifera* L.) sont signalées par KIRCHHEIMER (1939) dans l'Oligocène de Kausche b. Spremberg, de Klettwitz b. Senftenberg i. d. Niederlausitz (Allemagne) et dans plusieurs gisements pliocènes. Citons, en particulier ceux de Vogelheim b. Essen et de Wylerberg b. Kleve (Allemagne) ; de Hoogerbeide i. Noordbrabant, de Reuver et de Tegelen (Hollande), (C. REID et E. REID, 1915), de Kroskienko (Pologne), (SZAFAER, 1946).

Au sujet des graines de cette espèce, trouvées à Reuver, Mr. et Mrs REID écrivent : « They correspond with the seeds found at Tegelen and like them, they seem to connect *V. Hookeri* Heer (Lower Miocène, Bovey Tracey) with the living *V. vinifera*. The lignite of Bovey Tracey is of the same date as the lignite of Weterau ; but *V. Hookeri* is only known from England. We do not like to refer *V. Hookeri* with confidence to the living *V. vinifera* as nearly all the associated plants are extinct ; but the close resemblance suggests that in *V. Hookeri*, we have the ancestor of our grape-vine, appearing for the first time with such a modern looking plant ».

BIBLIOGRAPHIE

- DE SAPORTA : 1888 b. Origine paléontologique des arbres, p. 254, fig.-texte 32.
 C. REID et E. REID : 1915. Plioc. Fl. of the Dutch-Prussian Border, p. 115, pl. 12, f. 12-13.
 GAUDIN et STROZZI : 1862. Fl. foss. Ital., 6^e mém., p. 18, pl. 4, f. 9.
 KIRCHHEIMER : 1939. Die Rebengewächse zur Braunkohlenzeit, p. 115-118.
 SZAFAER : 1948. The Plioc. Fl. of Kroskienko, 2, p. 147 pl. 11, f. 21-26.

Vitis aff. *V. labrusca* L. forme *V. Thunbergii* Siebold et Zuccarini

(Pl.-texte XXVII, fig. 3, 4, 5 ; Pl.-texte XLII, fig. 1 et Pl. III, fig. 1)

Gisement : Rochessaue.

Le genre *Vitis* est encore représenté, à Rochessaue, par deux grandes empreintes et une troisième plus petite ; les deux grandes empreintes comprennent trois lobes triangulaires, tandis que la petite feuille, issue sans doute d'un jeune rameau, a des lobes à peine amorcés. De forme suborbiculaire, elles possèdent des dents simples, à base élargie, terminées par un petit mucron à peine visible. La base forme un tablier à deux lobes qui divergent en faisant un angle respectivement de 88° (Pl.-texte XXVII, fig. 3) et de 84° (Pl.-texte XXVII, fig. 5). L'angle que font les directions de base de la première paire de nervures basilaires est compris entre 85° (Pl.-texte XXVII, fig. 4) et 88° (Pl.-texte XXVII, fig. 3). Le réseau tertiaire, visible seulement en quelques points, est formé de nervilles le plus souvent bifurquées, donnant naissance à des mailles pentagonales alternantes.

Ces empreintes se rattachent à l'actuelle *V. labrusca* L. forme *V. Thunbergii* Sieb. et Zucc., qui croît au Japon, à Formose et en Corée. D'après LAURENT (1904-05, p. 215) et d'après les observations que nous avons pu faire au Muséum de Paris, les feuilles sont divisées, chez la plante vivante, comme chez la plante fossile, en trois lobes peu marqués, et, dans les deux cas, elles sont munies de dents à base élargie, terminées par un mucron peu saillant. De plus, l'angle de base de la première paire de nervures basilaires, qui oscille entre 85° et 90°, et l'angle que font entre eux les bords du tablier à leur point de jonction sur le pétiole, sont du même ordre chez l'empreinte fossile et chez la vigne actuelle. La similitude est donc très grande entre l'espèce d'Extrême-Orient et les empreintes de Rochessaue, mais avec LAURENT (loc. cit., p. 216) nous ne saurions conclure à une identité absolue entre ces deux vignes, les comparaisons n'étant basées que sur des organes foliaires, qui, chez les Ampélidés, sont particulièrement polymorphes.

Aucune empreinte de *Vitis* aff. *V. labrusca* L. forme *V. Thunbergii* Sieb. et Zucc., n'avait été signalée, jusqu'ici, dans le Miocène d'Europe. LAUBY (1910, p. 167) indique un *V. subintegra* Sap. dans le Pontien du Trou de l'Enfer, bassin de Saint-Flour (Cantal), mais comme il ne donne aucune figure et se contente de décrire la forme générale et la denticulation, aucune comparaison n'est donc possible. Dans une lettre du 8 mars 1890, adressée à DE SAPORTA, l'abbé BOULAY l'informe qu'il vient d'observer qu'une feuille du Miocène supérieur de Vienne (Autriche), figurée par ETTINGS-HAUSEN (1851, Pl. IV, fig. 1) est très semblable à celle de Bouzarin (Rochessaue). Si la forme générale de l'empreinte viennoise peut être rapprochée de celle de l'Ardèche, les dents sont beaucoup plus aiguës ; la base, absente, ainsi que la nervation, ne peuvent être comparées, l'angle de base de la première paire des nervures basilaires, si important pour la détermination des empreintes foliaires de Vigne, est de 103°, donc bien supérieur à celui de nos empreintes. Cette feuille appartient, très probablement, à une espèce différente de *Vitis* aff. *V. Thunbergii*. Par contre, LAURENT (1904-05) a décrit, sous le nom de *V. subintegra* Sap., deux empreintes foliaires, trouvées dans les cinérites plaisanciennes de St-Vincent-la Mougudo (Cantal), et qui, par leur forme et leur nervation, sont très voisines de celles de Rochessaue ; cet auteur les rapproche, d'ailleurs, de l'actuelle *V. Thunbergii* S. et Z. La découverte par Mrs REID (1923) de graines de *V. Thunbergii* dans le Plaisancien du Pont de Gail (Cantal), a confirmé les conclusions de LAURENT sur les affinités de *V. subintegra*. Des graines de *V. Thunbergii* sont aussi signalées par SZAFER (1946) dans le Plaisancien de Krosienko (Pologne).

BIBLIOGRAPHIE

- LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 210, pl. 18, f. 1.
 E.M. REID : 1923. Graines du Pliocène du Pont de Gail, p. 338, pl. 11, f. 3-4.
 SZAFER : 1946. The Plioc. Fl. of Krosienko, II, p. 150, pl. 12, f. 8-9.

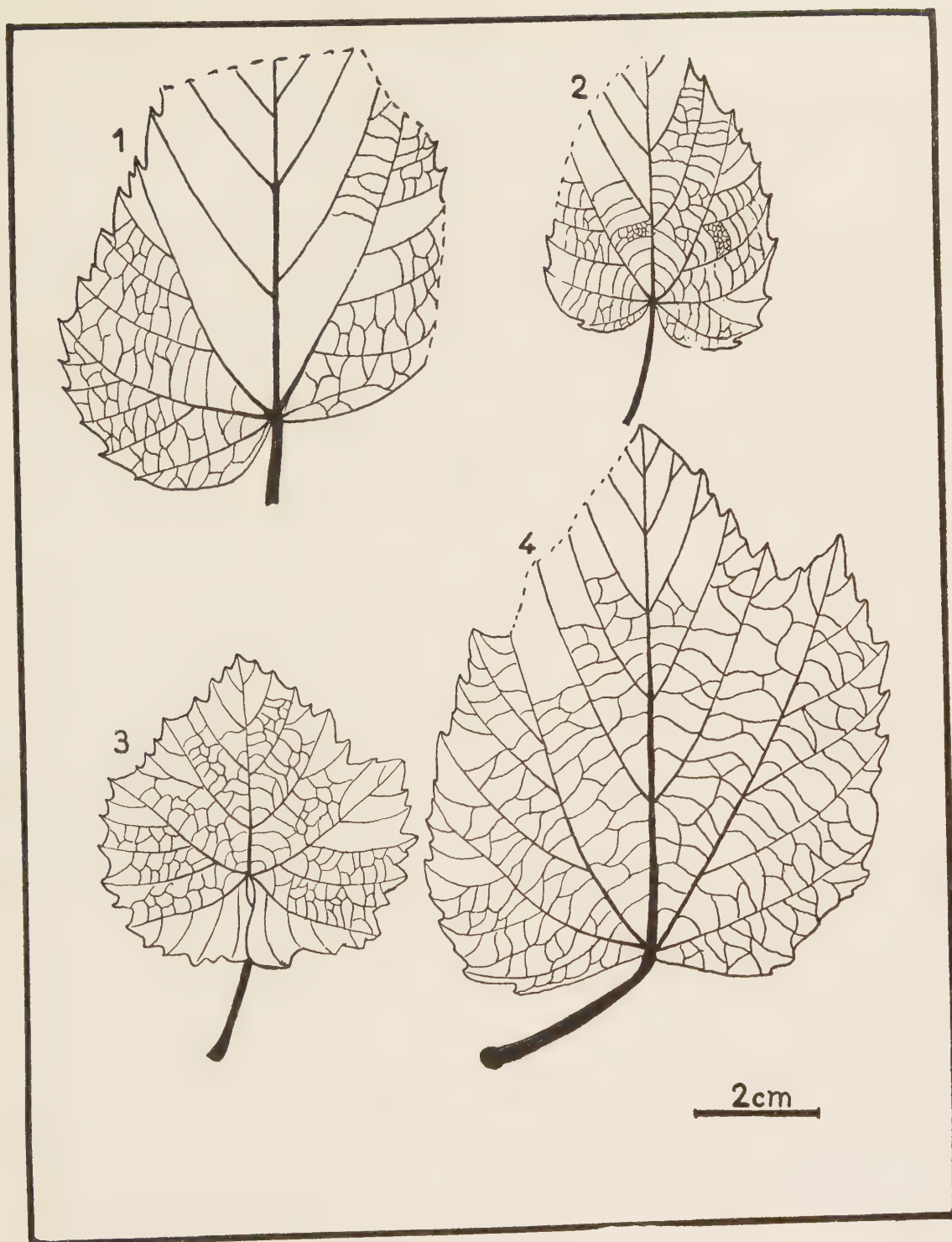


PLANCHE-TEXTE XXX

- 1, 2. — *Vitis teutonica* Al. Br., (Rochessaube).
3. — *V. vinifera* L., variété dont les bords du tablier sont recou-
vrants, cultivée à Brioude, (Haute-Loire).
4. — *Vitis* aff. *V. betulifolia* Diels et Gilg., (Charay).

Fruits de Vitis

(Pl. II, fig. 6)

Gisement : Charay.

Outre les empreintes foliaires, les schistes à Diatomées de Charay ont livré des empreintes de pépins de raisin. La photographie (Pl. II, fig. 6) représente la face ventrale d'un pépin de 6 mm. de long sur 4,5 de large. Cette graine, plus large que celles de *V. vinifera*, s'en distingue encore par l'absence d'un bec assez long, qui prolonge les pépins de la vigne cultivée dans nos régions.

Le Dr. Fr. KIRCHHEIMER, spécialiste des graines de vigne fossiles, a reconnu dans cette empreinte, une semence du type : *Vitis teutonica*, proche de celles de *V. Bronneri* Kirchheimer. L'absence de la face dorsale ne lui a pas permis d'arriver à une détermination plus précise.

Les graines de cette espèce se rencontrent depuis l'Oligocène moyen jusqu'au Pliocène.

CORNACÉES

GENRE CORNUS

***Cornus distans* N. Boulay aff. *C. macrophylla* Wallich**

(Pl.-texte XXXI, fig. 1, 2, 6 ; Pl.-texte XXXII, fig. 3 et Pl. IV, fig. 7)

Gisements : Rochessaue, Charay.

Les gisements de Charay et Rochessaue ont livré plusieurs empreintes de *Cornus* ; ce sont, dans l'ensemble, de grandes feuilles, deux sont entières et mesurent 8 cm. de long sur 4,5-5 de large. Les autres, plus ou moins fragmentaires, devaient atteindre 10-11 cm. de long sur 4 à 5 de large. Elles sont de forme ovale-elliptique, brièvement acuminées au sommet. De la nervure médiane, fortement marquée, se détachent 6-7 paires de nervures secondaires, les 4 ou 5 premières paires s'insèrent sur la médiane dans la première moitié inférieure de la feuille, tandis que la dernière paire s'insère dans la moitié supérieure. Chaque nervure secondaire rejoint la suivante par une série d'arceaux à courbure peu accusée.

Bien que par leur forme et une partie de leur nervation, ces empreintes rappellent les feuilles de *C. sanguinea* L., elles s'en distinguent par le nombre de nervures secondaires légèrement supérieur à celui des feuilles du Cornouiller sanguin. Nous avons examiné plusieurs échantillons de feuilles de ce dernier de provenances diverses : Herbar du Muséum, herbar Boulay, plantes des coteaux de Charay. Nous avons constaté que le nombre de nervures secondaires est de 4-5 paires chez la plupart des feuilles, il tombe à 3-4 paires chez celles de taille plus petite, nous n'avons trouvé qu'une seule feuille de dimensions exagérées par la culture (12 cm. de long sur 65 mm. de large) qui possédait six paires de nervures secondaires. Tous nos spécimens, plus petits que cette dernière feuille, ont 6-7 paires de nervures secondaires, ils sont donc distincts de *C. sanguinea* L. Par contre, les feuilles de *C. macrophylla* Wall. (Pl.-texte XXXII, fig. 1) possèdent le même nombre de nervures secondaires : 6-7 paires, et ont une forme et une nervation tertiaire identiques à celles de nos empreintes miocènes. C'est donc à cette espèce qui croît actuellement dans l'Ouest, le S.O., le S.E. et le Nord de la Chine, en Corée et au Japon, que nous les rattachons.

L'abbé BOULAY (1887, p. 27) rapprochait ces empreintes de l'actuel *C. sericea* L'Herit., si par leur forme elles peuvent être comparées à cette espèce vivante, elles s'en distinguent par deux caractères que nous avons remarqués chez les échantillons conservés dans l'herbier Boulay :

1°. — Les feuilles de *C. sericea* sont plus longuement acuminées.

2°. — Elles présentent des intercalaires entre certaines nervures secondaires, et les nervures tertiaires sont, en général, plus irrégulières et souvent bifurquées.

Cornus distans N. Boulay aff. **C. sericea** L'Heritier

(Pl.-texte XXXI, fig. 4)

Gisement : Rochessauve.

Deux empreintes, en mauvais état de conservation, recueillies à Rochessauve, semblent être par leur forme moins élargie, leur sommet plus longuement acuminé et par la présence d'intercalaires entre certaines nervures secondaires, plus voisines de *C. sericea* (Pl.-texte XXXII, fig. 4) que de *C. macrophylla* Wall. C'est d'ailleurs à cette espèce vivante que l'abbé BOULAY les avait comparées.

Cornus aff. **C. sanguinea** Linné

(Pl.-texte XXXI, fig. 5)

Gisement : Rochessauve.

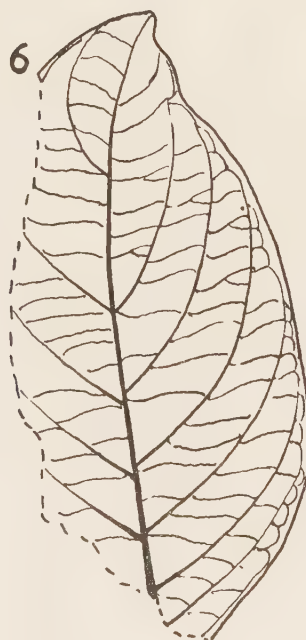
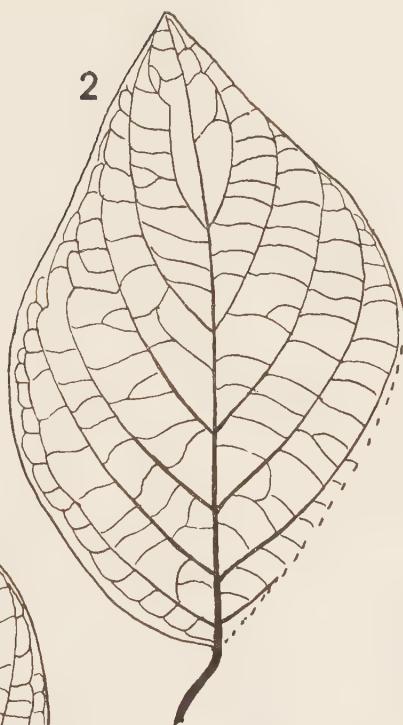
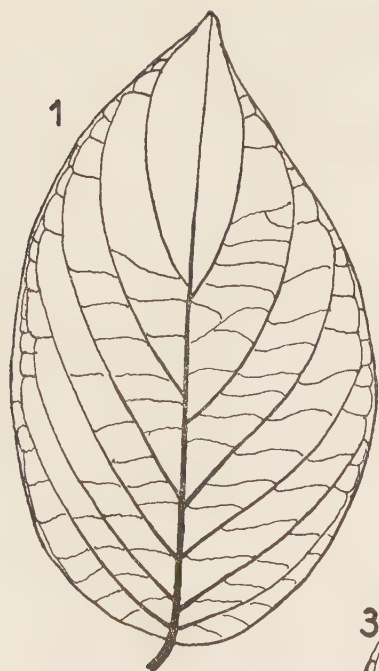
Nous rattachons à *C. sanguinea* une petite feuille, récoltée à Rochessauve, qui mesure 30 mm. de long sur 18 de large et compte quatre paires de nervures secondaires. Par sa forme et sa nervation, cette feuille rappelle celles de *C. sanguinea* dont les plus petites n'ont que 3-4 paires de nervures secondaires (Pl.-texte XXXI, fig. 3). Notons que l'abbé BOULAY (1887, p. 27) rattachait cette empreinte à *C. Buchii* Heer, du Miocène supérieur d'œhningen, qui, elle-même, est apparentée par la forme et la nervation aux petites feuilles de *C. sanguinea*.

Le genre *Cornus* apparaît dès le Crétacé supérieur du Groenland occidental (HEER, 1868-83) avec *C. Forchhammeri* Heer, probablement voisin de *C. sanguinea* L., du moins si l'on s'en rapporte au dessin, d'ailleurs fort incomplet, de HEER. Il s'y maintient pendant l'Eocène, avec *C. hyperborea* Heer, (HEER, 1868-83), espèce qui rappelle *C. distans* N. Boul. et que l'on retrouve dans l'Eocène du Spitzberg (HEER, 1868-83). Dans l'Eocène de Sézanne, se montre *C. platyphylla* Sap. (SAPORTA, 1868 c) qui possède une nervation tertiaire différente de celles de nos empreintes ; dans le Stampien d'Aix et de Manosque, nous trouvons un *Cornus* que SAPORTA (1888 b, p. 250) rapproche de *C. mas* L. Plusieurs empreintes de *C. studeri* Heer, du Miocène supérieur d'œhningen, décrites et figurées par HEER (1854-59), sont proches, par la forme, de *C. distans*, mais s'en distinguent par un nombre de nervures secondaires plus élevé. Enfin, signalons que dans le Miocène supérieur du Chan-toung (Chine), CHANEY et HU (1940) ont découvert plusieurs empreintes de *C. megaphylla* Chaney et Hu, très voisines, sinon identiques à celles de *C. distans* aff. *C. macrophylla*, ils les rapportent, d'ailleurs, eux aussi, à *C. macrophylla* Wall.

Les *Cornus* voisins de *C. sanguinea* sont représentés surtout par *C. Buchii* Heer, que l'on rencontre à divers niveaux, citons en particulier : l'Eocène de l'Alaska (HOLLIICK, 1936), le Miocène de Suisse (HEER, 1854-59), le Pliocène de Porane (Toscane), (GAUDIN et STROZZI, 1862). Rappelons que *C. sanguinea* est signalé dans le Plaisancien de Niac (Cantal), (LAURENT, 1908). de la Mougudo,

PLANCHE-TEXTE XXXI

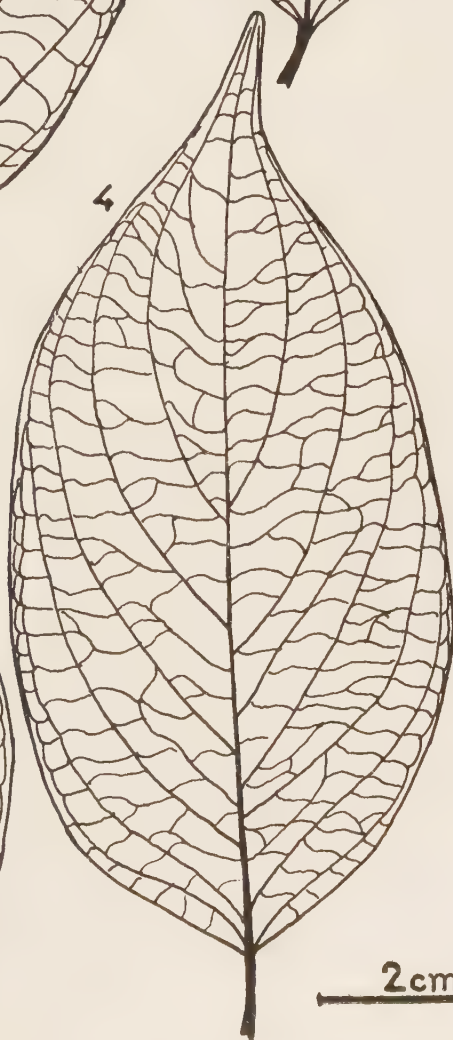
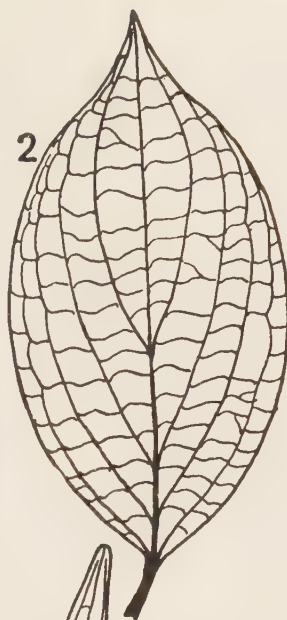
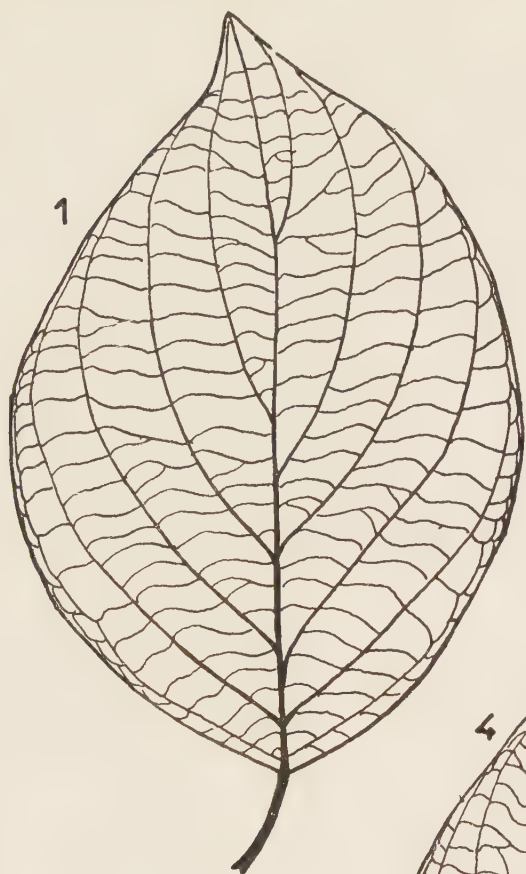
- 1, 2. — *Cornus distans* N. Boul. aff. *C. macrophylla* Wall., (Charay).
3. — *C. sanguinea* L., (Herbier Boulay).
4. — *C. distans* N. Boul. aff. *C. sericea* L'Herit., (Rochessaue).
5. — *Cornus sanguinea* L., (Rochessaue).
6. — *C. distans* N. Boul. aff. *C. macrophylla* Wall., (Charay).



2cm

PLANCHE-TEXTE XXXII

1. — *Cornus macrophylla* Wall., (Ling-Yun-Sien, Chine), (Herbier Muséum).
2. — *C. sanguinea* L., (Herbier Boulay).
3. — *C. distans* N. Boul. aff. *C. macrophylla* Wall., (Charay).
4. — *C. sericea* L'Herit., (Herbier Boulay).



2cm

(LAURENT, 1904-05), de Saint-Marcel-d'Ardèche, (DEPAPE, 1922). Notons enfin que le *C. miowalteri* Chaney et Hu, du Miocène supérieur du Chan-toung (CHANNEY et HU, 1940), est lui aussi très proche, par sa forme et le nombre des nervures secondaires, de l'actuel *C. sanguinea* L.

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., VI, p. 85, pl. 44, f. 13.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., II, p. 476, pl. 50, f. 3-4.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., II, p. 61, pl. 13, f. 34-35 a.
 SAPORTA : 1868 c. Sézanne, p. 391, pl. 11, f. 8, 9.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., III, p. 27, pl. 105, f. 18-21.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 71, pl. 48, f. 3-5 ; pl. 49, f. 2.
 HOLLICK : 1936. Tert. Fl. of Alaska (U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 182, p. 157, pl. 98, f. 7).
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., III, p. 26, pl. 105, f. 6-9.
 GAUDIN et STROZZI : 1862. Fl. de Toscane, 6^e Mém., p. 18, pl. 2, f. 9.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 58, pl. 9, f. 8.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 210, pl. 17, f. 7.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 196, pl. 14, f. 11 et fig.-texte 35.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 72, pl. 47, f. 1, 2, 4.

HAMAMELIDACÉES

GENRE PARROTIA

Parrotia persica C. A. Meyer

(Pl.-texte XXXIII, fig. 1 à 12 et Pl. I, fig. 23 ; Pl. III, fig. 5)

Gisements : Rochessauve, Charay.

L'abbé BOULAY signale la présence de *Parrotia pristina* Ett. à Charay et à Rochessauve (BOULAY, 1887, p. 27). Il reconnaît que cette espèce est très semblable, sinon identique, au *Parrotia persica* C.A. Mey. Cette ressemblance nous a incité à identifier le *Parrotia pristina* Ett., de Charay, à *Parrotia persica* C.A. Mey. En effet, comme ce dernier, cette espèce présente des feuilles de formes et de dimensions très variées : ovales ou obovées, larges ou étroites, arrondies, tronquées ou atténuées, subaiguës au sommet, entières ou crénelées-ondulées. Les nervures secondaires au nombre de 5 à 8 paires s'insèrent sur la nervure principale sous un angle de 45° environ, elles rejoignent directement les bords du limbe et aboutissent, si la feuille présente des dents, au sommet de celles-ci. Le réseau tertiaire est formé par des nervures bien marquées, subparallèles ou divisées dichotomiquement ; enfin le réseau ultime, assez lâche, se compose de mailles pentagonales irrégulières.

Mais les caractères constants se trouvent surtout : dans le *pétiole* remarquablement court, épais et le plus souvent obliquement courbé et dans la *paire inférieure des nervures secondaires* qui semblent sortir du limbe à la base pour se fondre dans le pétiole.

Certains spécimens de *Parrotia* fossiles ont un sommet plus ou moins acuminé et un pourtour grossièrement denté sur la moitié supérieure du limbe, les dents sont parfois terminées par un mucron. Cette denticulation nous avait fait tout d'abord penser au genre *Fothergilla*, (Hamamélidacées d'Amérique du Nord), voisin de *Parrotia*. Mais, parmi les nombreux échantillons de *Parrotia* que

nous avons pu observer dans les herbiers du Muséum de Paris, plusieurs possèdent des feuilles qui, comme les empreintes de Charay, ont des nervures secondaires qui aboutissent dans des dents mucronées, une première paire de basilaires qui se terminent, en général, sur une portion du limbe non denticulée, et parfois rejoignent une dent plus petite que celles situées dans la partie supérieure du limbe, un sommet brusquement atténué et plus ou moins longuement acuminé.

Les feuilles de *Fothergilla gardenii* Murr. que nous avons observées, ont, dans l'ensemble, une paire de nervures secondaires en moins et sont en général, plus élargies vers le milieu du limbe que celles de *Parrotia persica* présentant un sommet acuminé et un contour denticulé.

CHANEY et HU (1940) signalent la présence de *Fothergilla viburnifolia* Chaney et Hu, dans le miocène supérieur de Shanwang (Chine) ; si quelques spécimens représentés par ces auteurs se rapprochent plutôt du genre *Fothergilla*, ceux reproduits Pl. 22, fi. 2, 3 et Pl. 49, fig. 4, ne se distinguent en rien de certaines empreintes ardéchoises : forme identique, nervures secondaires en nombre égal, se détachant de la médiane sous un angle de même grandeur, nervures tertiaires rappelant celles de nos échantillons fossiles. On ne voit pas non plus ce qui les sépare des feuilles denticulées de l'actuel *Parrotia persica*. Ces convergences de formes, chez des genres d'une même famille, font ressortir les difficultés que l'on éprouve parfois pour ranger à leur place véritable, dans la systématique, certains organes foliaires.

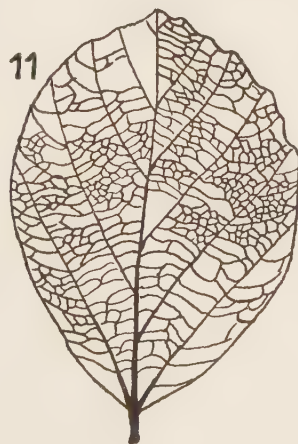
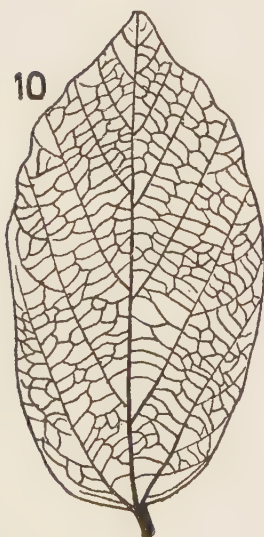
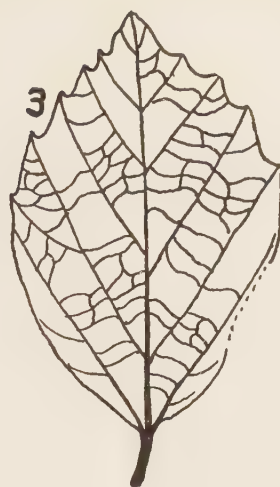
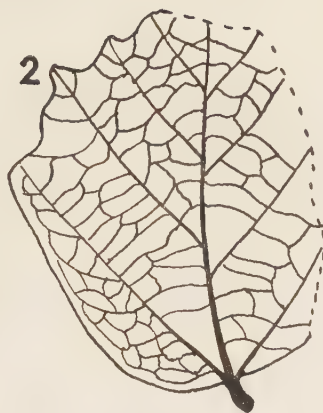
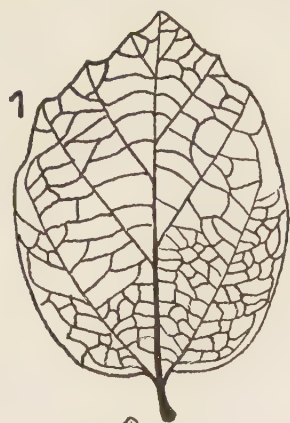
Rare dans le Burdigalien de Bilin (Bohême), cette espèce est très commune dans le Miocène supérieur de Schossnitz, en Silésie, gisement étudié par GÖPPERT (1855), qui en a figuré 11 feuilles, dont quatre sous le nom de *Quercus fagifolia*, cinq sous le nom de *Quercus triangularis* et deux sous celui de *Quercus undulata*. Mais toutes ces feuilles paraissent être identiques à *Parrotia persica*. Nulle part, elle n'a été signalée aussi abondante que dans les couches supérieures de Rochesauve et dans toute la zone fossilifère de Charay. Il n'est pas possible, dans ce dernier gisement, de soulever une plaque de quelques centimètres carrés, sans en trouver des exemplaires souvent très beaux. C'est sans doute des feuilles de *Parrotia* qui auront été prises pour les *Populus alba* et *Tremula*, espèces qui figurent sur la liste de J.B. DALMAS (1872), mais qui n'existent pas à Charay.

L'abbé BOULAY (1899) découvrit *Parrotia persica* (*pristina*) dans les couches supérieures des marnes burdigaliennes de Gergovie (Puy-de-Dôme). C'est, jusqu'ici, l'apparition la plus ancienne de l'espèce dans l'Europe moyenne. MARTY (1912 a) a trouvé *Parrotia pristina* dans les argiles pontiennes de Lugarde (Cantal) et dans les cinérites plaisanciennes de Niac (Cantal), bien que LAURENT ne la cite pas dans l'étude de la flore fossile de cette dernière localité. L'abbé BOULAY la rencontra également dans le Pontien de Joursac. ETTINGSHAUSEN (1851) décrit sous le nom de *Styrax pristinum* Ett., une forme identique à *Parrotia persica* et signale *Parrotia pristina* dans le bassin de Bilin, dans les schistes brûlés de Sobrussau, à un niveau légèrement plus élevé que celui de Gergovie. HEER (1869 a) décrit et figure, sous le nom de *Parrotia gracilis* Heer, une feuille qui ne présente pas les caractères de l'espèce de Charay : la première paire de nervures secondaires, en particulier, se rattache à la nervure principale bien au-dessus de l'insertion du pétiole sur le limbe. M. le Chanoine DEPAPE (1954) a décrit récemment plusieurs empreintes de *Parrotia* provenant des argiles pliocènes de Coulgens (Charente). Enfin, *Parrotia persica* fut trouvée à Durfort (Gard), au niveau de l'*Elephas meridionalis*.

Ainsi depuis le Burdigalien de Gergovie jusqu'au Quaternaire de Durfort, *Parrotia persica* couvrit de son feuillage touffu, le sol de l'Europe tertiaire. Chassée, sans doute, comme tant d'autres plantes tertiaires, par les premières glaciations quaternaires, elle s'est réfugiée en Perse et au pied du Caucase. C'est un arbre de 12 à 15 m. de haut, à cime dressée, évasée, à tige lisse, grisâ-

PLANCHE-TEXTE XXXIII

- 1, 2, 3, 4, 5. — *Parrotia persica* C.A. Meyer, (Charay).
- 6, 7. — *Parrotia pristina* Ett., (Burdigalien de Gergovie, Puy-de-Dôme).
8. — *P. persica* C.A. Mey. (Quaternaire de Durfort, Gard).
9. — *P. persica* C.A. Mey, (Rochessauve).
- 10, 11, 12. — *P. persica* C.A. Mey, cultivée, (Jardin Botanique, Université Catholique, Lille).



2cm

tre, rappelant celle du Hêtre, sauf qu'elle s'écaille à la manière de celle du Platane. Mais c'est une espère robuste qui se réacclimate facilement dans la zone tempérée d'Europe. Elle est conservée depuis plus de 70 ans au jardin botanique de l'Université Catholique de Lille, où elle fleurit et même fructifie partiellement quand l'hiver et le printemps ne sont pas trop rigoureux.

BIBLIOGRAPHIE

- GÖPPERT : 1855. Schosnitz, p. 14 et p. 15.
 BOULAY : 1899. Gergovie, p. 68
 MARTY : 1912 a. Lugarde, p. 10, pl. 2, f. 11.
 MARTY : 1903. Fl. de Joursac, p. 55.
 ETTINGSHAUSEN : 1851. Foss. Fl. von Wien, p. 19, pl. 3, f. 9.
 HEER : 1869 a. Mioc. Balt. Fl., p. 42, pl. 10, f. 9.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 44, pl. 20, f. 3 ; pl. 21, f. 1, 2 ; pl. 22, f. 2 ; pl. 49, f. 4.
 DEPAPE G., FLORSCHUTZ F., GUILLIEN Y. : 1954. B.S.G.F. (6), 4, p. 193-201.

ACERACÉES

GENRE ACER

Acer decipiens Al. Braun aff. **A. longipes** Franchet

(Pl.-texte XXXIV, fig. 1, 2, 3, 5, 7 et Pl. I, fig. 17)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Les feuilles de cette espèce se trouvent abondamment dans les marnes à tripoli du Ranc et de Bouzarin, par contre, elles sont moins fréquentes à Charay. Ce sont des feuilles trilobées, à lobes en général larges et plus ou moins longuement et brusquement acuminés.

La taille de ces empreintes est très variable, nous trouvons tous les intermédiaires entre les plus grandes, dont l'une, que nous reproduisons (Pl.-texte XXXIV, fig. 1) mesure 75 mm. depuis la base du limbe jusqu'au sommet et 85 mm. entre les extrémités des lobes latéraux, et la plus petite que nous ayons rencontrée qui a 23 mm. de long sur 35 de large (Pl.-texte XXXIV, fig. 7). Certaines ont une base plus ou moins cordiforme, chez d'autres elle est arrondie. Les nervures basilaires s'attachent sur la principale, au point d'insertion du pétiole sur le limbe, sous un angle d'environ 50° et se rendent directement à l'extrémité des lobes ; les secondaires font un angle beaucoup plus grand avec la médiane, elles se recourbent avant d'atteindre la marge et rejoignent la suivante par une série d'arceaux. Les nervures tertiaires, très irrégulières, donnent naissance à un réseau ultime formé de cellules le plus souvent pentagonales.

Nous n'avons pas rencontré, à Rochessauve et à Charay, de feuilles d'Erable d'*A. integrilobum* Weber à lobes insensiblement acuminés, inégaux et faisant entre eux un angle aigu. Cette dernière espèce a été souvent rapprochée, par les paléobotanistes du siècle dernier, d'*A. decipiens*, à tel point que LAURENT (1904-05, p. 194) se demande si l'on a affaire réellement à deux types différents. Il tend à considérer ces deux espèces comme deux formes distinctes seulement, dans leurs termes extrêmes.

On rencontre, dans de nombreux gisements tertiaires, des feuilles attribuées à *A. decipiens*, très

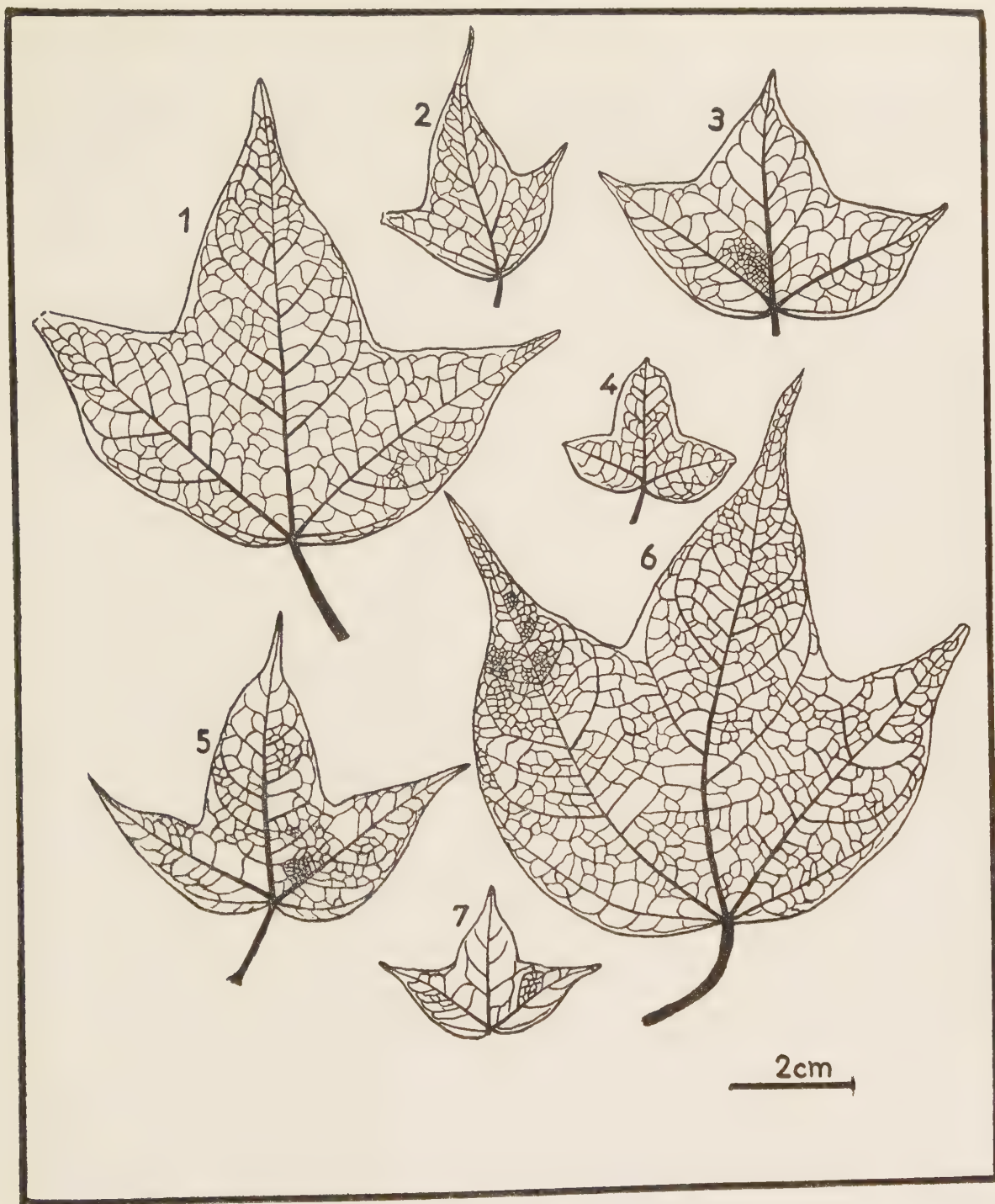


PLANCHE-TEXTE XXXIV

1. — *Acer decipiens* Al. Br., (Rochessaue).
- 2, 3. — *A. decipiens* Al. Br., (Charay).
4. — *A. monspessulanum* L., (Charay).
5. — *A. decipiens* Al. Br., (Rochessaue).
6. — *A. longipes* Franchet, (Chine), (Herbier Muséum).
7. — *A. decipiens* Al. Br., (Rochessaue).

différentes de celles de Rochessaue. Ceci provient sans doute de la diagnose qui permet de réunir à cette espèce des feuilles à lobes tantôt obtus, tantôt brièvement ou longuement acuminés. Il n'entre pas dans le cadre de notre travail de rechercher les différentes affinités des espèces d'*A. decipiens* ; nous pouvons cependant les classer, en gros, en deux catégories :

1°. — Celles qui se rattachent à *A. monspessulanum* L.

2°. — Celles qui sont voisines d'*A. longipes* Franchet.

Dans la première catégorie nous rangeons celles de l'Aquitaniens de Hohen Rhonen (HEER, 1854-59, III, p. 58, pl. 117, f. 20), du Miocène supérieur d'Ehningen (HEER id. pl. 117, f. 17), l'*A. trimerum* var. *decipiens*, du Miocène supérieur de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859, p. 336, pl. 15-16, f. 10), du Pliocène de Varennes-lac Chambon (BOULAY, 1892, p. 88, pl. 9, f. 5-6), en partie celles du Plaisancien de Saint-Marcel que M. le Chanoine DEPAPE rattache lui-même à *A. creticum pliocenicum* Sap. (DEPAPE, 1922, p. 190, pl. 12, f. 10), enfin, BOULAY (1892, p. 88) représente une feuille d'*A. decipiens* qui peut se comparer à une de celles de Hohen Rhonen (HEER, 1854-59, III, pl. 117, f. 18) ou à *A. integrilobum* du Burdigalien de Bilin (ETTINGSHAUSEN, 1869, p. 22, pl. 45, f. 2) mais qui s'éloigne d'*A. monspessulanum*.

Les feuilles semblables à celles de Rochessaue que nous rattachons à *A. longipes* Franchet, se rencontrent : dans le Miocène moyen de Tokay (Hongrie) (*A. pseudomonspessulanum*) (ETTINGSHAUSEN, 1853 a), dans celui d'Erdöbénye (Hongrie) avec *A. inæquilobum* Kov. qui, bien qu'un peu différent, par sa nervation de l'*A. decipiens* des gisements privadois, présente des lobes très larges et brusquement acuminés comme chez certaines empreintes de Rochessaue ; dans le Pontien de l'Aubrac, une feuille d'*A. decipiens*, provenant des collections LAUBY semble pouvoir se rattacher, d'après l'allure brusquement atténuée de la partie conservée du lobe médian, à *A. decipiens* aff. *longipes* de Rochessaue (MARTY, 1931), dans le Pontien de Joursac (Cantal), (MARTY, 1903) ; dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922) ; dans le Pliocène de Mogi (Japon), (*A. pictum* Thunb. *fossilis* Nath), (NATHORST, 1883) ; dans le Pliocène inférieur de Podgumer (Bulgarie) avec *A. monspessulanum* var. *ibericum* Koch. (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935) ; dans le Pliocène de Willershausen près Osterode, (Harz) (Allemagne), (STRAUSS, 1930) ; enfin citons comme parfaitement identique à l'*A. decipiens* de Rochessaue et de Charay, l'*A. florini* Chaney et Hu, du Miocène supérieur de Shanwang, province du Chan-toung (Chine), (CHANEY et HU, 1940). CHANEY pense que l'*A. florini* peut être rapproché de *A. decipiens*, de *A. integrilobum* Web., de *A. bolanderi* Lesq, de Californie, mais il note, lui aussi, qu'à l'exception de *A. decipiens*, aucune des espèces mentionnées ont des lobes aussi longuement et brusquement acuminés que ceux d'*A. florini*. SAPORTA (1867 a, p. 22) signale la présence de *A. decipiens* dans le Stampien de Bonnieux (Vaucluse), mais comme il ne le figure pas, il nous est impossible de le classer dans la première ou la deuxième catégorie, des feuilles attribuées à *A. decipiens*.

La plupart des auteurs rattachent *A. decipiens* à l'actuel *A. monspessulanum* L. ou à *A. pictum* Thunb. P. MARTY (1903, p. 56) avait très bien vu qu'il est impossible de rapporter les espèces de Rochessaue à l'Erable de Montpellier « car, dit-il, elles ont des lobes terminés en longues pointes que je n'ai point observés chez cette dernière espèce, bien que certaines feuilles aient des lobes acuminés, on n'en rencontre pas qui soient prolongés en véritables languettes ».

Par contre, nous avons pu examiner dans les herbiers du Muséum de Paris, des feuilles d'Erables vivant en Chine et en Indochine, qui se rapprochent singulièrement d'*A. decipiens*. Ce sont :

1°. — *A. Chapaense* Gagnep. du Tonkin qui a des lobes longuement acuminés comme *A. deci-*

piens, mais dont les nervures secondaires font un angle plus aigu avec la nervure médiane, de plus, le réseau tertiaire est beaucoup plus serré et les mailles, vers la base du limbe, entre les nervures primaires ont tendance à s'allonger parallèlement à ces dernières.

2°. — *A. longipes* Franchet (Pl.-texte XXXIV, fig. 6), du Sé-tchouan oriental (Chine), présente de grandes analogies avec nos fossiles : trois lobes longuement acuminés, nervures secondaires faisant avec la médiane un angle identique à celui d'*A. decipiens* et se réunissant aux suivantes par une série d'arceaux, réseau ultime et tertiaire très voisins.

3°. — *Acer lætum* C.A. Mey (Pl.-texte XXXV, fig. 1, 6), du Caucase et de l'Himalaya tempéré, a certaines petites feuilles qui ont trois lobes acuminés, par ce caractère elles rappellent celles d'*A. decipiens*, mais elles sont l'exception, la plupart des feuilles d'*A. lætum* possèdent cinq lobes, tandis que les feuilles fossiles du Pontien des environs de Privas sont toujours trilobées, d'autre part, les nervures secondaires, chez ces petites feuilles d'*A. lætum* font un angle plus aigu avec la médiane, que chez l'espèce fossile.

4°. — *A. Wilsonii* Rehder (Pl.-texte XXXV, fig. 4), de la province de Tsunyi-Hsien (Chine), rappelle par sa forme et sa nervation *A. decipiens*, mais les nervilles tertiaires au lieu de se subdiviser pour donner les petites mailles pentagonales du réseau ultime, comme chez l'espèce de Roches-sauve, se terminent librement en se bifurquant au sein de la maille tertiaire.

5°. — *A. calcaratum* Gagnep. (Pl.-texte XLI, fig. 4) qui habite le Sud de l'Annam et le Tonkin méridional, à des altitudes comprises entre 1.000 et 1.500 m., a bien des traits de ressemblance avec l'espèce ardéchoise, mais il possède un réseau tertiaire plus serré.

6°. — *A. Tucheri* Duthie (Pl.-texte XXXV, fig. 11), de la province du Kouang-toung (Chine), a, lui aussi, des feuilles qui par leur forme générale et leur nervation rappellent celles de notre fossile, mais le pourtour du limbe est dentelé, tandis que chez les feuilles d'*A. decipiens* il est entier.

De tous les Erables actuels, que nous avons examinés et dont les feuilles ont trois lobes longuement acuminés, c'est *A. longipes* Franchet qui présente le plus d'affinité avec *A. decipiens* ; certaines feuilles de l'espèce vivante paraissent identiques à celles de l'espèce fossile. C'est d'ailleurs à cette espèce que STRAUSS (1930) rattache l'*A. decipiens* du Pliocène de Willershausen.

BIBLIOGRAPHIE

- ETTINGSHAUSEN : 1853 a. Tokay, p. 32, pl. 3, f. 2.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 56, pl. 11, f. 1.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 190, pl. 12, f. 10-13.
 NATHORST : 1883. Fl. foss. du Japon, p. 60, pl. 12, f. 2.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 65, pl. 22, f. 3.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 56, pl. 31, f. 5-8.
 A. STRAUSS : 1930. Dik. Pl. aus dem oberpl. v. Willershausen, p. 324, pl. 43, f. 6.

***Acer pseudocampestre* Unger**

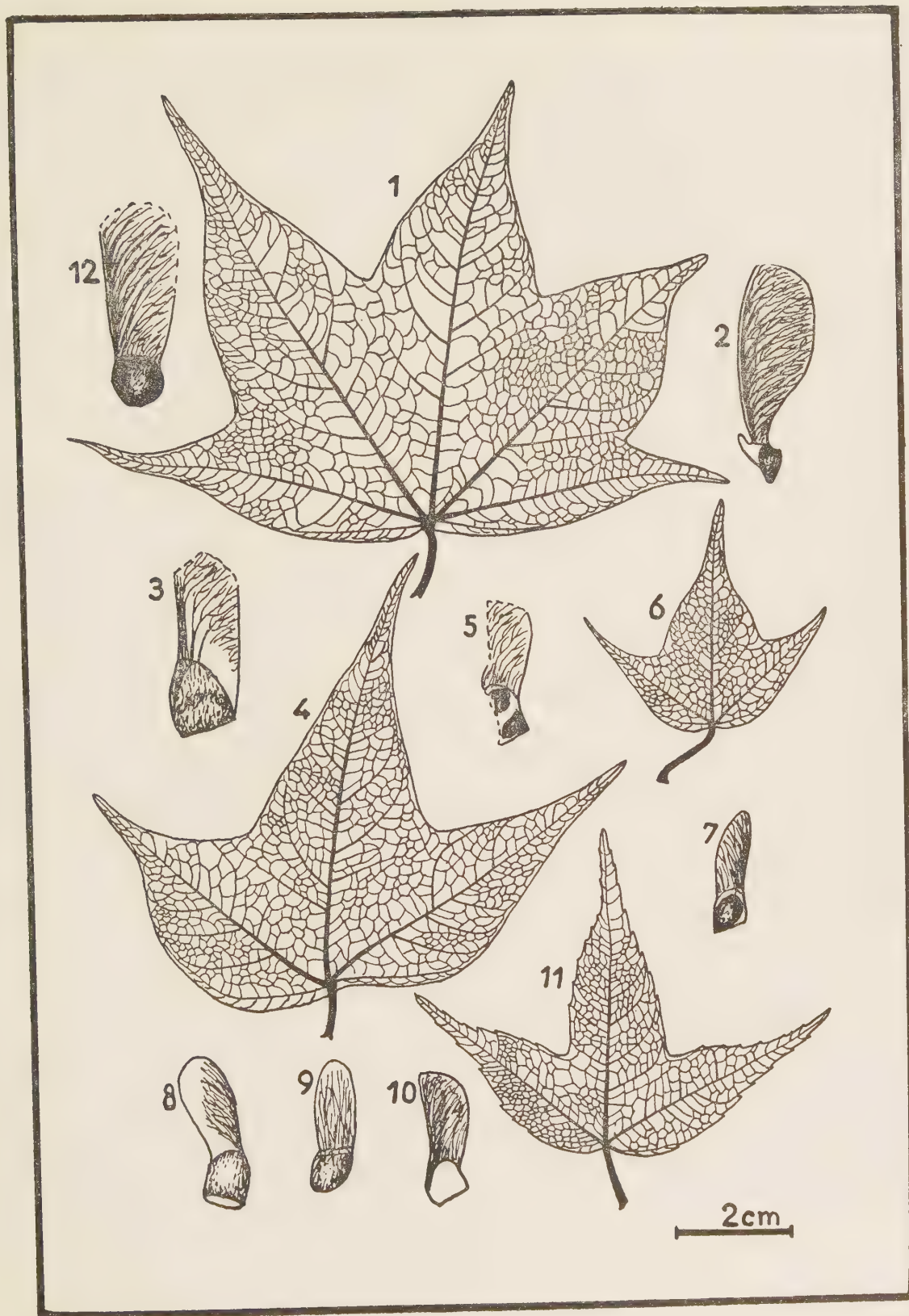
(Pl.-texte XXXVI, fig. 6, 7, 9 et Pl. I, fig. 14)

Gisement : Charay.

Nous possédons de cet Erable quatre feuilles, dont deux sont presque entières (Pl.-texte XXXVI, fig. 6, 7), tandis que seul le lobe médian et un lobe latéral sont conservés chez la troisième et la quatrième. Celle qui est entière mesure 36 mm. de la base du pétiole au sommet du

PLANCHE-TEXTE XXXV

1. — *Acer lætum* C.A. Mey, (Herbier Boulay).
2. — *Acer* sp., (Rochessaue).
3. — *Acer* aff. *A. campestre* L., (Rochessaue).
4. — *Acer Wilsonii* Rehd., (Chine), (Herbier Muséum).
5. — *Acer* sp., (Charay).
6. — *A. lætum* C.A. Mey, petite feuille, (Herbier Muséum).
7. — *Acer* aff. *A. campestre* L., (Rochessaue).
8. — *Acer* sp., (Charay).
10. — *Acer* aff. *A. monspessulanum* L., (Rochessaue).
11. — *Acer Tucheri* Duthie, (Kouang-toung, Chine), (Herbier Muséum).
- 9, 12. — *Acer* sp., (Rochessaue).



lobe médian et 53 mm. entre les extrémités des lobes latéraux. Le lobe médian présente de chaque côté, comme chez *A. campestre* actuel, deux dents obtuses, les deux lobes latéraux en présentent une qui semble amorcer un nouveau lobule, moins développé que celui de *A. campestre*. Les nervures principales sont bien marquées, les nervures secondaires forment avec leur voisines, une série d'arceaux, à peu de distance des bords du limbe. Les nervures tertiaires, très capricieuses, se subdivisent pour donner finalement des cellules pentagonales plus ou moins régulières.

C'est évidemment à l'actuel *A. campestre* L. que nous rattachons l'*A. pseudocampestre* de Charay. Les empreintes fossiles ne se distinguent vraiment pas, ni par leur forme, ni par leur nervation, des feuilles de l'Erable champêtre qui croît de nos jours encore à Charay et dont nous représentons deux spécimens (Pl.-texte XXXVI, fig. 1, 2). La feuille fragmentaire (Pl.-texte XXXVI, fig. 9) possède cependant un lobe latéral plus aigu et moins lobulé que chez l'ensemble des feuilles de l'espèce actuelle, bien que nous ayons rencontré des feuilles d'*A. campestre*, cultivé au jardin botanique de Lille, ayant un lobe latéral non lobulé d'un côté et plus atténué que chez les feuilles normales.

Par sa forme générale, l'*A. pseudocampestre* de Charay pourrait se rattacher à : l'*A. floridanum* Chapman, de la Floride et de la Louisiane, à l'*A. leucoderme* Small., du Nord de la Caroline et de l'Albana, à certaines feuilles de l'*A. opulifolium* Willd.; mais il se distingue nettement des deux premiers par l'angle de la première paire de nervures basilaires beaucoup plus grand chez *A. pseudocampestre* que chez les deux Erables américains, et de l'*A. opulifolium* par son contour bien moins lobulé.

L'*Acer campestre* L. actuel, se trouve dans toute l'Europe tempérée où il se plaît dans les taillis de plaine et de colline, il s'avance moins vers le Nord que *A. pseudoplatanus* L., par contre il va plus loin vers le Sud où il atteint l'Afrique du Nord.

L'*A. pseudocampestre* fait son apparition, en Europe, dans l'Aquitainien d'Armissan près Narbonne (Aude), (SAPORTA, 1865 b). L'empreinte d'Armissan diffère de celle de Charay par ses lobes latéraux non lobulés, mais le lobe médian présente deux lobules latéraux comme chez l'actuel *A. campestre*. On pourrait, en toute rigueur, rattacher cette empreinte à *A. monspessulanum* L. dont certaines feuilles, anormales il est vrai, ont un lobe médian et même des lobes latéraux lobulés. ETTINGSHAUSEN (1869) décrit, sous le nom d'*A. pseudocampestre*, une samare trouvée dans le Burdigalien de Bilin, différente de celles d'*A. campestre* et une feuille qui diffère de celles du Pontien de l'Ardèche, par un lobe médian plurilobulé et deux lobes latéraux non lobulés, étroits et atténués, faisant un grand angle avec le médian. Dans le Burdigalien de Sagor (Carniole) et le Miocène moyen de Parschlug (Styrie), nous trouvons des feuilles qui, sous le nom d'*A. pseudocampestre*, rappellent, l'une *A. campestre*, (UNGER, 1847, p. 133, pl. 43, f. 6), l'autre (UNGER, 1847, pl. 43, f. 7) est très différente de notre Erable champêtre. Par contre, HEER (1854-59) et GÖPPERT, (1855) signalent, le premier, dans le Miocène d'Ehningen (Suisse), le second, dans le Miocène supérieur de Schosnitz (Silésie), des feuilles d'*A. subcampestre* Ung., très voisines de celles de Charay et de l'espèce vivante; il en est de même des empreintes du Miocène moyen de Zalesce (Volhynia, Pologne), (CZECZOTTOWA, 1951). Mais celle trouvée par MASSALODGO (1859), dans le Miocène supérieur de Sinigaglia (Italie), diffère de nos empreintes et de l'*A. campestre* actuel par son lobe médian lobulé sur un seul côté et par ses lobes latéraux non lobulés et moins larges.

L'abbé BOULAY (1892) représente une samare, identique à celles de notre Erable champêtre, récoltée dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme). STEFANOFF (1935) signale la présence d'*A. campestre* dans le Plaisancien de Podgumer (Plaine de Sofia), avec doute toute-

fois, « because of the lack of sufficient material ». Enfin, dans le Villafranchien de Cheylade (Cantal), LAURENT et MARTY (1927) découvrirent une empreinte de feuille d'*A. campestre*, semblable à celles de l'Ardèche et aux feuilles de l'espèce vivante.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 180, pl. 9, f. 12).
 ETTINGSHAUSEN : 1869. Bilin, III, p. 23, pl. 44, f. 10, 11 ; pl. 45, f. 5.
 UNGER : 1847. Chloris Protoæa, p. 133, pl. 43, f. 6-9.
 CZECZOTTOWA : 1951. Zalesce, pl. 10, f. 1-4.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., III, p. 59, pl. 117, f. 23-24.
 GÖPPERT : 1855. Schossnitz, p. 34, pl. 22, f. 16-17.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 328, pl. 38, f. 8.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 90, pl. 10, f. 3.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 66, f. 66.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 91, pl. 18, f. 2.

Acer monspessulanum Linné

(Pl.-texte XXXIV, fig. 4 ; Pl.-texte XXXVI, fig. 3, 5, 8)

Gisements : Rochessauve, Charay.

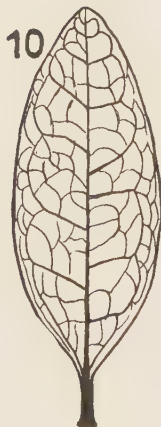
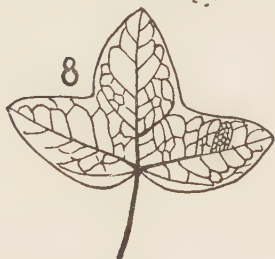
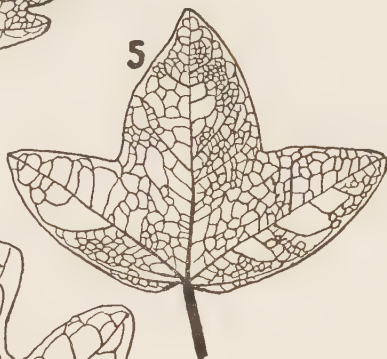
Cet Erable n'avait été signalé par l'abbé BOULAY, ni à Rochessauve, ni à Charay. Nous avons trouvé, dans les collections de la Faculté libre des Sciences de Lille, deux feuilles entières, trilobées, provenant des gisements miocènes ardéchois, et qui présentent tous les caractères propres à l'Erable de Montpellier. L'une, de Rochessauve (Pl.-texte XXXVI, fig. 8) mesure 22 mm. de la base du pétiole au sommet du lobe médian, et 35 mm. entre les extrémités des lobes latéraux. L'autre (Pl.-texte XXXIV, fig. 4), de Charay, a 21 mm. de haut sur 27 de large. Cette dernière pourrait, à la rigueur, être rattachée à *A. decipiens* défini par HEER (1854-59), mais, bien que l'abbé BOULAY, dans ses notes manuscrites, l'attribue à cette dernière espèce, qui, comme nous l'avons vu renferme des formes voisines de l'Erable de Montpellier, nous ne croyons pas que l'on puisse la ranger dans la série de l'*A. decipiens* aff. *A. longipes* Franchet, dont les nombreuses feuilles que nous avons rencontrées à Rochessauve ont toutes des lobes longuement acuminés, comme chez les Erables de Chine et d'Indochine, auxquels nous l'avons comparé.

Par contre, ces deux empreintes, auxquelles s'en ajoutent trois autres fragmentaires que nous ne représentons pas, possèdent nettement les caractères de l'*A. monspessulanum* L. actuel : base cordiforme, lobes entiers, les latéraux terminés par une pointe obtuse ou arrondie, pétiole grêle, aspect non coriace, nervation identique chez les empreintes fossiles et les feuilles de la plante vivante.

Il est d'ailleurs tout naturel que l'Erable de Montpellier soit présent, au Miocène supérieur, dans les environs de Privas, puisqu'à l'heure actuelle, il est un des éléments essentiels de la flore qui croît sur les marnes valanginiennes et les éboulis en-dessous des coulées basaltiques du Coiron. Cette espèce aime, en effet, les lieux secs et pierreux du Sud de la France. Il remonte à l'Est jusqu'à Gap, Grenoble, Lyon. Dans l'Ouest, jusque dans les Charentes, le Poitou, la Vendée. Il est, en général, dans toute l'Europe australe et en Algérie. On le rencontre aussi dans les régions élevées du Liban, dans le Caucase, le Nord de la Perse. Il est cultivé au Jardin Botanique de l'Université Catholique de Lille, mais son état chétif dénote une adaptation difficile à un climat brumeux. Par contre, l'arbre vigoureux du Jardin Lecoq à Clermont-Ferrand, nous montre que le climat ensoleillé de la Limagne lui est plus favorable.

PLANCHE-TEXTE XXXVI

- 1, 2, 4. — *Acer campestre* L., (Herbier Boulay).
- 3, 5. — *Acer monspessulanum* L., (Herbier Boulay).
- 6, 7, 9. — *Acer pseudocampestre* Ung., (Charay).
8. — *A. monspessulanum* L., (Rochessauve).
10. — *Ardisia gallica* N. Boul., (Rochessauve).
11. — *Ardisia tetramera* Miq., (Forêt de Kaity, Japon), (Herbier Muséum).
12. — *Incertæ Sedis*, (Rochessauve).



2cm

DE SAPORTA (1888 b, p. 282), après avoir indiqué que le genre *Acer* apparaît en Europe dès le sommet de l'Eocène ou à la base de l'Oligocène, fait remarquer que « presque au même moment se montre l'*A. pseudocampestre* Ung., ancêtre évident de nos *A. campestre* et *A. monspessulanum* ». En réalité l'Erable de Montpellier n'est signalé, en France, pour la première fois, que dans l'Aquitainien d'Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b). L'empreinte d'Armissan tient à la fois de l'*A. campestre* par son lobe médian trilobulé et de l'*A. monspessulanum* par son pétiole et les deux autres lobes ; notons cependant que l'on rencontre, exceptionnellement il est vrai, des feuilles d'*A. monspessulanum* actuel qui présentent l'amorce de lobules latéraux sur le lobe médian. Nous retrouvons *A. monspessulanum* dans le Miocène moyen de Parschlug (Styrie), (*A. pseudomonspessulanum* Ung.), (UNGER, 1847), de Locle (Suisse), (HEER, 1854-59), où sous le nom d'*A. decipiens*, il ne se différencie pas d'*A. monspessulanum*. Au Miocène supérieur, il est à Sinigaglia (Italie) où MASSALONGO (1859) le dénomme *A. trimerum* var. *pseudomonspessulanum*. Au Plaisancien, il est signalé à Podgumer, (Plaine de Sofia), (STEFANOFF et JORDANOFF, 1935), à Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), à Willershausen près Osterode dans le Harz (Allemagne), (STRAUSS, 1930), enfin au Villafranchien, à Cheylade (Cantal), (LAURENT et MARTY, 1927), au Crozas près Le Puy (Haute-Loire), (GRANGEON, 1951), à Ceyssac, sous le nom d'*A. creticum*, mais en réalité la feuille attribuée par de SAPORTA (1879) à l'Erable de Crête, est une feuille qui par son aspect non coriace, sa base cordiforme, son pétiole long et grêle, se rattache plutôt aux feuilles typiques d'*A. monspessulanum*.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1888 b. Origine paléontologique des arbres, p. 282.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. n., 5 s, t. 4, p. 180, pl. 9, f. 12).
 UNGER : 1847. Chloris Protog., p. 132, pl. 43, f. 2.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., III, p. 58, pl. 117, f. 16, 20.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 336, pl. 38, f. 4, et pl. 15-16, f. 10 ; pl. 18, f. 6, 7.
 STEFANOFF et JORDANOFF : 1935. Podgumer, p. 65, pl. 22, f. 1, 2, 4, 8.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 190, pl. 12, f. 10.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 91, pl. 15, f. 9 a.
 SAPORTA : 1879. Le monde des plantes, p. 344, pl. 109, f. 15.
 GRANGEON : 1951. Fl. de Ceyssac et Crozas, Bull. Soc. Géol. de Fr., 6 s, t. 1, p. 83, pl. 3, f. 4-7.
 STRAUSS : 1930. Fl. v. Willershausen, p. 326, pl. 43, f. 7-10.

Acer sp.

(Pl.-texte XXXV, fig. 2)

Gisement : Rochessauve.

Une samare, trouvée récemment, au Ranc, par M. DIDON, appartient à un Erable bien différent des Erables actuels de nos régions tempérées. Elle mesure 35 mm. de long sur 12 mm. dans la plus grande largeur, l'aile se rétrécit jusqu'à 3 mm. en son point de jonction avec l'akène. Son bord externe, d'abord droit, s'incurve légèrement vers le sommet, elle est prolongée à sa base du côté externe, par une sorte d'onglet de 1,5 mm. de long sur 1 mm. de large. L'ovaire, de forme rappelant celle d'un bonnet phrygien, a 6,5 mm. de long sur 3,5 de large et s'accolait à l'ovaire voisin, suivant un plan dont la trace est de 4 mm. La position de ce plan nous indique que les ailes du fruit devaient être sensiblement parallèles entre elles.

La nervation est celle que l'on rencontre chez la plupart des samares d'Erable : du sommet de l'ovaire naît une forte nervure qui remonte tout le long du bord externe de l'aile ; de cette nervure

principale se détachent des nervures secondaires qui, en s'incurvant, se subdivisent et s'anastomosent entre elles et donnent des nervilles dont les bifurcations se terminent perpendiculairement au bord interne de l'aile. Les nervilles de base, plus fines, s'insèrent directement sur l'ovaire.

Nous n'avons trouvé aucune samare parmi les espèces actuelles conservées au Muséum de Paris, qui soit semblable à celle que nous venons de décrire. Celles d'*A. giraldi* Pax., de la province du Sé-tchouan (Chine), présentent bien quelques analogies de forme, mais elles sont plus longues et moins larges, l'ovaire est plus gros et la base de l'aile ne se prolonge pas par un onglet. Par contre, la forme de l'aile, chez les samares d'*A. eriocarpon*, la présence d'un onglet, la prolongeant à la base vers l'extérieur, rapprochent les fruits de cet Erable de l'empreinte fossile du Ranc; mais leurs dimensions plus élevées, la forme arrondie de l'akène qui rejoint le voisin, non suivant un plan, mais par un court pédicule, ne permettent pas de conclure à une réelle affinité entre cet *Acer* appelé : liane à bouquet aux U.S.A. où il croît spontanément, et l'*Acer* fossile de Rochessauve.

Samares d'Erable

(Pl.-texte XXXV, fig. 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Outre les feuilles, nous possédons plusieurs samares d'Erables. L'une d'elles (Pl.-texte XXXV, fig. 3) provenant de Charay, se rattache par sa forme et ses dimensions à *A. campestre*. Celle de la Pl.-texte XXXV, fig. 7, bien que de taille plus petite appartient probablement à la même espèce, car la position de l'ovaire montre que la jonction avec la voisine devait se faire de manière que les deux ailes soient sensiblement dans le prolongement l'une de l'autre comme chez l'actuel Erable champêtre. Les dimensions réduites prouvent que cette samare avait dû tomber avant maturité.

L'empreinte de la Pl.-texte XXXV, fig. 10, représente probablement une samare d'*A. monspessulanum*, car, outre que les dimensions sont du même ordre que l'espèce vivante, la forme de l'aile et la position de l'ovaire (absent sur l'empreinte) indiquent que la deuxième samare devait être parallèle à la première, comme chez l'actuel Erable de Montpellier. Quant aux samares (Pl.-texte XXXV, fig. 5, 8, 9, 12) elles sont trop imparfaites pour recevoir une attribution spécifique valable, elles nous montrent cependant que plusieurs espèces d'Erables habitaient le Vivarais à la fin du Miocène.

SAPINDACÉES

GENRE SAPINDUS

***Sapindus falcoifolius* Al. Braun**

(Pl.-texte XXIII, fig. 2, 3; Pl.-texte XXXVII, fig. 5, 8 9 et Pl. I, fig. 12; Pl. II, fig. 15)

Gisements : Rochessauve, Charay.

Plusieurs empreintes de *Sapindus* ont été retirées du tripoli de Rochessauve. L'une d'entre elles (Pl.-texte XXIII, fig. 3) représente un jeune rameau portant trois petites folioles de 3.5-4 cm. de long sur 1 cm. de large. Trois autres folioles isolées, mesurent respectivement 8 cm. de

long sur 18-19 mm. de large, 6 cm. sur 14 mm., et 8,5 cm. sur 19 mm. de large. Le limbe est en forme de faux, à base plus ou moins dissymétrique, traversé par une médiane forte et courbe d'où s'échappent 12-14 paires de nervures secondaires qui se réunissent par camptodromie, remontent le long de la marge et se confondent finalement avec le limbe. Entre elles, on remarque parfois des intercalaires qui, d'abord parallèles aux secondaires, ne tardent pas à rejoindre des nervilles tertiaires. Ces dernières, visibles seulement par places, forment des mailles polygonales assez lâches qui délimitent un réseau ultime très serré. Certaines de ces empreintes ont un aspect coriace, d'autres paraissent plus ou moins membraneuses, suivant le stade de développement où elles se trouvaient au moment de la fossilisation.

Une empreinte de Charay (Pl.-texte XXXVII, fig. 9) a l'allure générale de celles de Roches-sauve, elle s'en distingue cependant, par le nombre des nervures secondaires, 9-10 paires, qui se recourbent assez loin de la marge pour rejoindre la nervure secondaire suivante. Le reste de la nervation est identique dans les deux cas.

Malgré ces légères différences, nous ne pensons pas que nous soyons en présence d'une espèce distincte, car dans l'actuel *S. Delavayi* Franchet on rencontre des feuilles, rares il est vrai, chez qui le nombre de nervures secondaires ne dépasse pas dix et dont certaines se raccordent à la suivante, assez loin de la marge, comme dans notre échantillon fossile. On remarque d'ailleurs le même phénomène chez *S. oregonianus* Know., du Miocène supérieur du Nevada (U.S.A.), (LA MOTTE, 1935 a), dont certaines empreintes ont des nervures secondaires qui se rejoignent à une distance plus grande de la marge que certaines autres.

Les feuilles de *S. falcifolius* peuvent être comparées à plusieurs espèces de *Sapindus* actuels, citons :

1°. — *S. marginatus* Willd. (Pl.-texte XXXVII, fig. 3, 4), plante du Mexique, de la Floride, du Texas et de Cuba, dont certaines feuilles ont des formes qui, par leur allure générale et leur nervation, rappellent les empreintes de *S. falcifolius*, mais dont d'autres s'en éloignent par un nombre de nervures secondaires (14-16 paires) plus élevé et par un réseau tertiaire différent.

2°. — *S. Mukorossi* Gært. (Pl.-texte XXXVII, fig. 1, 7), qui habite le Sud du Japon, la Chine (Provinces de Fou-kien, de Haïnan, du Hou-pé) et l'Indochine (Annam, Tonkin, Laos), a des feuilles dont beaucoup ont une base dissymétrique, comme chez *S. falcifolius*, mais la nervation paraît un peu différente : le nombre des nervures secondaires, 13-14 paires, est un peu plus élevé que chez nos fossiles, les intercalaires sont plus nombreuses, le réseau tertiaire est plus régulier.

3°. — *S. Delavayi* Franchet (Pl.-texte XXXVII, fig. 6), qui croît dans le Sé-tchouan oriental, le Yunnan, le district de Tchen-Keou-Tin (Chine), a des feuilles qui, dans l'ensemble, ont une base beaucoup moins asymétrique que chez nos empreintes, mais ce caractère de forme mis à part, c'est cette espèce qui, par la nervation, est la plus voisine de *S. falcifolius*, elle possède, en effet, 12-14 paires de nervures secondaires, et le réseau tertiaire est très voisin de celui de l'espèce fossile.

4°. — *S. Drummondii* Hook et Arn., que l'on rencontre sur les sols rocheux du S.O. des U.S.A. (Texas) et dans le Nord du Mexique, a des feuilles à base dissymétrique dont la forme rappelle celle de *S. falcifolius*, mais la plante américaine a 14-16 paires de nervures secondaires, nombre supérieur à celui de l'espèce fossile ; d'autre part le réseau tertiaire paraît plus compliqué.

Les espèces les plus voisines de *S. falcifolius* sont donc *S. Mukorossi* et *S. Delavayi*, l'espèce fossile semble être intermédiaire entre ces deux espèces, puisqu'elle se rattache à la première par sa forme et à la seconde par sa nervation.

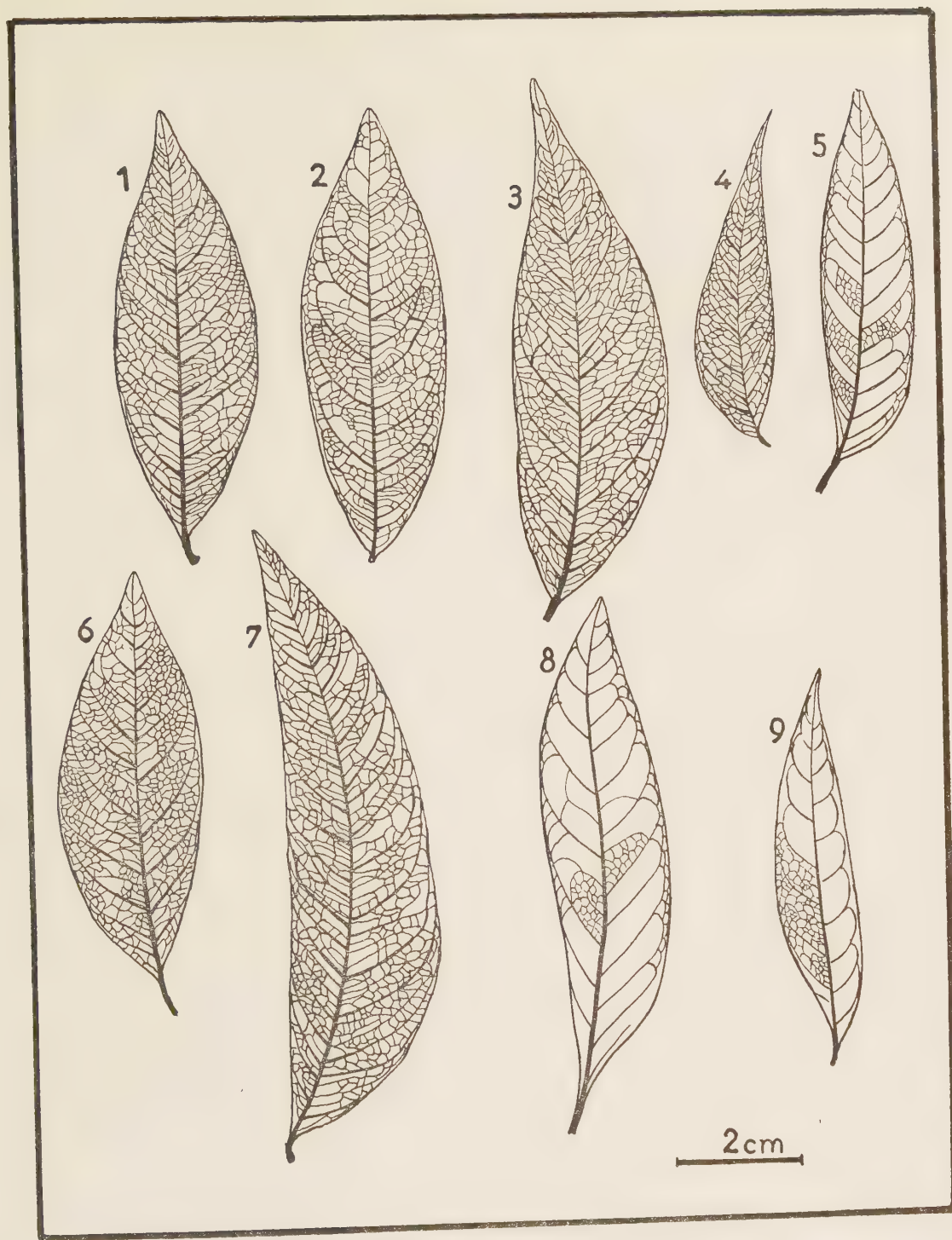


PLANCHE-TEXTE XXXVII

- 1, 7. — *Sapindus Mukorossi* Gærtn., (Herbier Muséum).
2. — *Sapindus esculentus* Camb., (Herbier Muséum).
- 3, 4. — *Sapindus marginatus* Willd., (Herbier Muséum).
5. — *Sapindus falcifolius* Al. Br., (Rochessauve).
6. — *S. Delavayi* Franchet, (Herbier Muséum).
8. — *S. falcifolius* Al. Br., (Rochessauve).
9. — *S. falcifolius* Al. Br., (Charay).

Le genre *Sapindus* apparaît dans le Crétacé d'Atanekrdluk (Groenland occidental) où SEWARD (1935 b) signale la présence de *S. angusta* Heer, voisin de *S. densifolius* Heer, espèce de la Mollasse suisse, proche des empreintes pontiennes ardéchoises. *S. falcifolius* se montre pour la première fois en France dans le Sannoisien de Celas (Gard), (LAURENT, 1899). Au Stampien, le genre se rencontre à Saint-Zacharie (Var) ; à l'Aquitaniien à Armissan (Aude), (SAPORTA, 1865 b). Plusieurs espèces, en particulier *S. bilinicus* Ett. et *S. falcifolius* sont signalées par ETTINGSHAUSEN (1869) dans le Burdigalien de Bilin ; de nombreuses empreintes, identiques à celles de Rochessauve, provenant de la Mollasse suisse et du Tortonien de Theben-Neudorff près Presburg, ont été décrites, les premières par HEER (1854-59), les secondes par W. BERGER (1951). Enfin, au Plaisancien, nous retrouvons *S. falcifolius* dans les cinérites de la Mougudo (LAURENT, 1904-05), et *S. bilinicus* dans les marnes de Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922).

Le genre, présent dès le sommet du Crétacé inférieur du Wyoming et à travers tout le Tertiaire, s'est perpétué jusqu'à l'heure actuelle, en Amérique où il est représenté dans le S.O. des U.S.A. et en Floride, par trois espèces.

Notons que *S. oregonianus* Know., du Miocène supérieur de Washoe County (Nevada), est très voisin des empreintes de Rochessauve. C'est d'ailleurs à *S. Mukorossi*, et non aux espèces américaines, que LA MOTTE (1935 a) rapporte cette espèce fossile.

BIBLIOGRAPHIE

- SEWARD : 1935 b. Addit. Cret. Pl. from W. Greenland, p. 29, pl. 5, f. 24.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., III, p. 61, pl. 119-121.
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s., t. 4, p. 184).
 ETTINGSHAUSEN : 1869. Bilin, III, p. 24.
 W. BERGER : 1951. Theben-Neudorf, p. 276, f. 12.
 LAURENT : 1904-05. Mougudo, p. 203, fig.-texte 38-39.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 192, pl. 15, f. 10-12.
 LA MOTTE : 1935 a. Climatic impl. of *S. oregonianus*, p. 37, pl. 1, f. 2, 3, 5 ;
 pl. 2, f. 1, 4 ; pl. 3, f. 2, 4, 5.

Sapindus bilinicus Ettingshausen

(Pl.-texte XXIII, fig. 1)

Gisement : Rochessauve.

Nous attribuons à cette espèce, une feuille qui présente tous les caractères de la nervation des *Sapindus*, mais dont la forme est différente de celle des *S. falcifolius*. Elle mesure 55 mm. de long sur 19 de large, elle est ovale, symétrique et possède une nervure médiane droite d'où partent 11-12 paires de nervures secondaires, qui se réunissent les unes aux autres par une série d'arceaux atteignant le bord du limbe. La nervation tertiaire est formée par des nervilles qui, d'abord parallèles aux nervures secondaires, deviennent par la suite transversales.

Parmi les *Sapindus* actuels, nous en avons trouvé deux dont les feuilles se rapprochent de celles de *S. bilinicus*. C'est, tout d'abord : *S. esculentus* Camb., du Brésil, qui a des feuilles à limbe symétrique par rapport à la nervure médiane, régulièrement atténuées aux deux extrémités et dont les nervures secondaires sont camptodromes ; la nervation tertiaire rappelle, elle aussi, celle de notre fossile. Cependant, l'angle des nervures secondaires avec la médiane est plus grand et le réseau ultime paraît légèrement plus serré chez la plante vivante que chez l'espèce fossile.

C'est ensuite *S. Mukorossi* Gærtn., dont certaines feuilles sont, elles aussi, symétriques par rapport à la nervure médiane, atténuées aux deux extrémités et dont le nombre de nervures secondaires, la nervation tertiaire et ultime, rappellent celles de notre empreinte. Cependant, *S. Mukorossi* se distingue de l'empreinte de Rochessauve, par l'angle d'insertion des nervures secondaires sur la médiane, légèrement plus grand que chez *S. bilinicus*.

Des deux espèces vivantes que nous venons de citer, c'est la deuxième qui nous paraît la plus voisines de l'espèce fossile ardéchoise.

Nous aurions pu rattacher cette empreinte à *S. falcifolius* et supposer que cette dernière espèce avait, comme l'actuel *S. Mukorossi*, des feuilles à base parfaitement symétrique ; si nous l'avons distinguée, c'est, d'une part, pour marquer son analogie très accentuée avec les empreintes de *S. bilinicus* de Bilin et de Saint-Marcel-d'Ardèche, et, d'autre part, parce que le réseau tertiaire est formé de mailles plus allongées que chez *S. falcifolius* de Rochessauve, bien que plusieurs formes, celles de la Mougudo en particulier, rapportées à *S. falcifolius* par LAURENT, aient un réseau tertiaire à mailles allongées, comme, d'ailleurs, chez la plupart des *Sapindus* actuels.

JUGLANDACÉES

GENRE ENGELHARDTIA

Engelhardtia aff. *E. wallichiana* Lindley

(Pl.-texte XXVI, fig. 13 et Pl. I, fig. 16)

Gisement : Rochessauve.

L'abbé BOULAY (1887, p. 31) avait signalé la présence d'*Engelhardtia ultima* Sap., à Rochessauve ; cette détermination, faite par analogie avec une empreinte des argiles stampiennes de Marseille, que SAPORTA (1868 a) attribuait avec doute au genre *Engelhardtia*, ne reposait que sur une foliole unique, mutilée par l'échantillonnage. Nous n'aurions pas conservé le genre *Engelhardtia* dans la liste des plantes fossiles de Rochessauve, si la détermination n'avait été basée que sur une foliole aussi imparfaite ; heureusement la découverte d'une empreinte d'un fruit, bien qu'incomplète, est suffisamment caractéristique du genre pour être certain de sa présence en Ardèche à la fin du Miocène.

Cette empreinte représente un involucre avec le lobe médian et le lobe gauche, le droit a disparu à l'échantillonnage. Le lobe central mesure 2 cm. de long sur 7 mm. de large, il est parcouru par une nervure médiane de laquelle se détachent quatre ou cinq paires de nervures latérales qui se dirigent d'abord vers la marge, mais, avant de l'atteindre, se recourbent pour rejoindre la nervure suivante. De la base de ce lobe partent, parallèlement à la médiane, deux autres nervures qui remontent le long de la marge et s'anastomosent avec les nervures latérales issues de la principale. Le lobe latéral gauche mesure 14 mm. de long sur 4,5 mm. de large et fait un angle très aigu avec le lobe central, sa nervation est identique à celle du lobe médian. Cet involucre enveloppait à sa base une petite noix de 5 mm. de large sur 3,5-4 mm. de haut.

Le genre *Engelhardtia* comprend actuellement neuf espèces cantonnées dans l'Asie tropicale et subtropicale. L'involucre fossile de Rochessauve, se rattache, par sa forme et sa nervation, à ceux d'*E. wallichiana* Lindl., espèce vivante mise en synonymie avec *E. chrysolepsis* Hance par l'Index Kewensis ; d'ailleurs parmi les échantillons que nous avons consultés dans l'herbier du Muséum de Paris, plusieurs portaient les deux noms.

Cette Juglandacée croît en Indochine, depuis la province de Tourane (16° de latitude Nord), jusqu'en Chine méridionale vers le 28° de lat. Nord, à des altitudes qui varient de 500 à 1.500 m. en Indochine et de 300 à 900 m. en Chine ; on la trouve aussi dans les Indes. C'est un arbre pouvant atteindre jusqu'à 20 m. de haut (moyenne 8 à 10 m.) qui se plaît dans les forêts au sol argilo-schisteux ; ses fleurs jaunes sont groupées en épis de 25 cm., ses fruits sont de petites noix de 4 mm. de large, en moyenne, à peine enveloppées par la bractée, les feuilles pennées comprennent de deux à cinq paires de folioles subopposées, coriaces, pétiolulées, elliptiques, lancéolées.

DE SAPORTA (1863) signale l'apparition du genre *Engelhardtia* dans le Stampien de Saint-Zacharie (Var) et de Manosque (Basses-Alpes), mais il est plus rare dans ce dernier gisement, par contre, il est très abondant dans l'Aquitaniens d'Armissan (Aude), de nombreux involucre et quelques folioles provenant de ce gisement ont été décrits par SAPORTA (1865 b). Cet auteur, se basant uniquement sur des variations de taille et de forme, classe ces involucre dans trois espèces différentes.

D'après les dessins donnés par ce paléobotaniste, ces bractées ne se distinguent les unes des autres que par l'angle des lobes latéraux avec le lobe médian, la forme plus ou moins arrondie au sommet et leur taille. On rencontre toutes ces variations au sein d'une même espèce vivante, d'*E. wallichiana* en particulier ; ce ne sont donc pas des caractères spécifiques. Par contre, tous ces involucre présentent une nervation identique et, à l'exception d'une empreinte, des noix de mêmes dimensions. Les caractères de nervation que DE SAPORTA (1865 b, p. 197) considérait comme de peu d'importance, sont au contraire beaucoup plus constants dans une même espèce actuelle, les dimensions des noix, bien que légèrement plus variables, sont aussi de bons caractères spécifiques. Tous les involucre recueillis dans la Flore du Sud-Est et d'Armissan sont identiques à l'empreinte de Rochessauve et doivent être rattachés à la même espèce vivante.

DE SAPORTA (1863, p. 94), qui n'avait sans doute pas eu en mains des échantillons d'*E. wallichiana*, rapproche les bractées fossiles du Stampien de Gargas, de Gignac (Vaucluse), d'*E. Roxburghiana* Lindl., plante des Indes. Il constate très justement, comme le firent plus tard SCHIMPER et SCHENK (1891, p. 435), que les involucre fossiles « au lieu d'une nervure médiane donnant lieu à des veines secondaires émises sous un angle assez obtus, montrent, particulièrement sur le lobe médian, trois nervures longitudinales reliées par des veinules transverses..., nous y voyons un caractère qui serait fait pour dénoter peut-être l'existence d'un groupe tertiaire distinct de celui qui vit dans l'Asie méridionale ». Cette nervation, avec trois nervures longitudinales sur les lobes, se retrouve en tous points, identique, dans les bractées de l'actuelle *E. wallichiana* Lindl.

Des involucre fossiles semblables à l'empreinte de Rochessauve, qui doivent être par suite rattachés à *E. wallichiana*, ont été attribués par les premiers Paléobotanistes au genre *Carpinus* (UNGER, 1850 et 1852). *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana* apparaît pour la première fois dans le Stampien de Saint-Zacharie, de Manosque, de Gargas, d'Apt (SAPORTA, 1863) ; on retrouve cette espèce dans l'Aquitaniens d'Armissan (SAPORTA, 1865 b), de Sotzka (UNGER, 1850), dans le Burdigalien de Sagor (ETTINGSHAUSEN, 1877), de Radoboj (UNGER, 1852 et 1868), enfin MÆDLER (1939) signale la présence, dans le Pliocène inférieur de Klärbecken bei Niederrad et de Dorheim der Vetterau (Région de Francfort-sur-le-Main), d'une noix, sans involucre, de mêmes dimensions que celles de l'empreinte ardéchoise et qu'il rapproche, lui aussi, d'*E. wallichiana* Lindl. (*E. chrysolepis* Hance). D'après cet auteur, le genre *Engelhardtia* qui avait disparu d'Europe centrale à la fin du Miocène, ne s'était maintenu au Pliocène qu'en certains coins privilégiés de la vallée du Main.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1863. Veg. S.-E. de la France (An. Sc. nat. 4 s, t. 19, p. 92, pl. 11, f. 1).
 SAPORTA : 1865 b. Armissan (An. Sc. nat., 5 s, t. 4, p. 196, pl. 12, f. 2, 3, 5).
 UNGER : 1850. Sotzka, p. 34, pl. 11, f. 1-5.
 ETTINGSHAUSEN : 1877. Sagor, II, p. 39, pl. 17, f. 4-7.
 UNGER : 1852. Iconographia, p. 39, pl. 20, f. 2, 3.
 UNGER : 1868. Radoboj, p. 33, pl. 5, f. 13.
 MÆDLER : 1939. Plioc. Fl. v. Frankfurt, p. 56, pl. 5, f. 22-23.

GENRE CARYA

Carya minor Saporta et Marion

(Pl.-texte XXXVIII, fig. 1-7 ; Pl.-texte XXXIX, fig. 1, 2 et Pl. II, fig. 3 ; Pl. IV, fig. 4)

Gisements : Rochessaube, Charay, Pourchères.

L'abbé BOULAY (1887, p. 31) avait attribué deux empreintes de Rochessaube à *Juglans minor*, attribution faite en comparant les folioles de l'Ardèche à celles de Meximieux, reproduites par DE SAPORTA (1876). Or MARTY (1903) a montré, en se basant sur la nervation et les dents du contour, que le *Juglans minor* de Meximieux se confondait avec *Carya minor* de Joursac. De plus, l'abbé BOULAY (loc. cit.) signale de fort nombreuses empreintes de *Pterocarya denticulata* Heer, à Charay et à Rochessaube : « Comme on le voit sur les *Pterocarya* actuels, dit-il, les feuilles et leurs folioles varient singulièrement de proportions dans l'espèce fossile : j'ai de petites folioles mesurant 4-5 cm. de long ; les plus fortes ont 15-16 cm. de long et 5 cm. de large. Les moyennes ont 12 cm. de long et 25-30 mm. de large. Les formes moyennes correspondent exactement à la figure de *Carya bilinica* Ung ».

D'autre part, LAURENT (1904-05, p. 117) met en doute l'attribution à *Pterocarya fraxinifolia* des folioles de Varennes et de la dent du Marais (Puy-de-Dôme), attribution faite par l'abbé BOULAY (1892), car cette détermination est basée sur la forme et l'acuminure, caractères essentiellement variables au sein d'une même espèce de Juglandacée. Pour LAURENT et MARTY on doit surtout tenir compte de la nervation.

Nous avons suivi le conseil de ces auteurs et avons examiné attentivement la nervation d'une dizaine d'espèces de *Pterocarya*, provenant surtout de Chine et d'Indochine, et d'une dizaine d'espèces de *Carya* des U.S.A. La forme et la taille des folioles ne permettent nullement de séparer ces deux genres de Juglandacées, bien que l'ensemble de celles du deuxième genre soient un peu plus atténuées à la base ; seuls les caractères tirés de la nervation sont vraiment distinctifs.

Tout d'abord, le nombre des nervures secondaires chez les *Pterocarya* est en général plus variable que chez les *Carya* et l'angle d'insertion sur la médiane est dans l'ensemble plus petit, mais il y a de nombreuses exceptions et on ne peut se baser sur ce caractère pour départager les folioles de ces deux genres. L'allure des nervures secondaires est autrement importante : chez *Pterocarya*, au moins chez les échantillons que nous avons observés au Muséum, elles n'atteignent pas directement la marge, mais rejoignent la suivante par une série d'arceaux d'où partent de petites ramifications qui vont dans les dents. Tandis que chez les *Carya* que nous avons étudiés, les nervures secondaires, moins ascendantes, ne tardent pas à se bifurquer, ces bifurcations rejoignent directement les deux nervures voisines et envoient de petites ramifications dans les dents. Les tertiaires sont subparallèles entre elles et courent d'une secondaire à l'autre, en se bifurquant moins fréquem-

PLANCHE-TEXTE XXXVIII

- 1, 2. — *Carya minor* Sap. et Mar., (Rochessauve).
3. — *C. minor* Sap. et Mar., (Pourchères).
- 4, 5, 6, 7. — *C. minor* Sap. et Mar., (Charay).



ment que chez les *Pterocarya*. Quant au réseau ultime, il est plus régulier et beaucoup plus serré chez *Carya* que dans le genre *Pterocarya*.

De plus, chez *Pterocarya* le nombre des folioles n'est jamais inférieur à 11 et chez certaines espèces peut même atteindre 25, tandis que chez la plupart des espèces de *Carya*, il oscille entre 7-9 folioles.

Les empreintes que nous rattachons à *Carya minor*, très abondantes à Charay, un peu moins à Rochessauve et à Pourchères, sont des folioles de forme ovale, elliptique ou obovale, elles sont quelquefois atténuées aux deux extrémités, lancéolées et acuminées au sommet chez certains exemplaires. La forme et l'acuminure sont très variables, mais comme nous l'avons déjà vu, ces caractères, quand il s'agit de feuilles de Juglandacées, n'ont qu'une importance négligeable. Il n'en est pas de même de la nervation : les nervures secondaires, en nombre variable, suivant la taille des folioles, se détachent de la médiane sous un angle de 70-80°, celles de base étant bien souvent à angle droit avec la principale. La partition des nervures secondaires est très souvent brièvement ramifiée ou bifurquée, enfin, les réseaux tertiaire et ultime rappellent, par leur régularité, ceux des *Carya*.

L'abbé BOULAY (1887, p. 31), à propos des empreintes qu'il attribuait à *Pterocarya*, notait qu'il n'avait pas rencontré de feuilles montrant en connexion réelle plus de trois paires de folioles. Nous avons fait la même constatation et la feuille fossile qui en possède le plus a sept folioles. C'est précisément le nombre le plus fréquent chez *C. tomentosa* Nutt., dont les feuilles peuvent avoir de 5 à 9 folioles, tandis que *C. olivæformis* Nutt. a des feuilles formées de 9-13 folioles, 11 étant le nombre le plus fréquent.

D'autre part, les nervures secondaires, chez le plus grand nombre de nos échantillons, se bifurquent bien avant d'atteindre la marge, les deux branches principales de la bifurcation rejoignent l'une, la nervure secondaire antérieure, l'autre la nervure postérieure, de la courbure de chacune de ces deux branches partent des ramifications qui rejoignent les dents ; parfois un arceau s'arc-boute sur les deux branches de la fourche dessinée par la nervure secondaire et donne naissance à plusieurs nervilles qui aboutissent aux dents. La nervation tertiaire est formée de nervilles perpendiculaires aux secondaires, subparallèles entre elles, quelquefois bifurquées, elles délimitent un réseau ultime très régulier, formé de mailles pentagonales serrées.

Le nombre moyen de folioles très probablement de sept chez nos fossiles, les rapproche des actuels *C. tomentosa* Nutt., *C. ovata* Koch., *C. porcina* Nutt., (Pl.-texte XLI, fig. 2), la foliole terminale non pétiolée, distingue *C. minor* de *C. alba* Nutt. D'autre part, la nervation secondaire et le réseau ultime rappellent de très près ce que l'on observe chez *C. tomentosa* (Pl.-texte XLI, fig. 1) ; c'est donc cette espèce qui nous paraît la plus voisine de *C. minor*.

Nous ne saurions toutefois conclure à l'identité complète entre les deux espèces. Il se peut que sous le nom de *C. minor* soient groupées des folioles appartenant à plusieurs espèces de *Carya*, apparentées par des convergences de forme très grandes. De plus, nous n'avons pu, faute de termes de comparaison, effectuer des rapprochements entre *C. minor* et les espèces de *Carya* découvertes il y a une trentaine d'années en Chine méridionale ; il est possible que ces espèces asiatiques aient, avec nos *Carya* fossiles, une affinité encore plus grande que les espèces américaines.

Le genre *Carya*, connu dès l'Eocène de l'Alaska (HOLLICK, 1936) et du Wyoming (U.S.A.), (NEWBERRY, 1898), n'apparaît avec des formes voisines ou identiques à celles du Pontien de l'Ar-dèche, qu'au sommet de l'Oligocène de Rott (Allemagne), (*Pavia septimontana* Web. = *C. minor* Sap.). *C. minor* abonde dans le Miocène supérieur de Joursac (MARTY, 1903), de l'Aubrac (MARTY, 1931), de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), de Gourgouras (GRANGEON, 1953).

Au Plaisancien, nous rencontrons cette Juglandacée à : Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922), dans les cinérites du Cantal, à Niac (LAURENT, 1908) et à Saint-Vincent (LAURENT, 1904-05), à Varennes-lac Chambon (BOULAY, 1892) ; nous la retrouvons dans le Pliocène de Meximieux (SAPORTA et MARION, 1876) ; ce genre est signalé à l'état de pollen jusque dans le Villafranchien du Velay et semble n'avoir disparu d'Europe qu'au début du Quaternaire.

Notons enfin, que la découverte de fruits de *C. tomentosa* Nutt. et d'autres voisins de ceux de *C. olivæformis* Nutt., dans le Pliocène inférieur de Francfort-sur-le-Main (MÆDLER, 1939), confirme la présence de plusieurs espèces de *Carya* dans les forêts pliocènes d'Europe, espèces qui devaient vraisemblablement exister déjà au Miocène supérieur.

Aux U.S.A., LA MOTTE (1936) signale *C. egregia* (Lesq.) La Motte, espèce voisine de notre *C. minor*, dans le Miocène supérieur de Californie et du Nevada. CHANEY et HU (1940) décrivent et figurent : *C. miocathayensis* Chaney et Hu, trouvée dans le Miocène supérieur de Shanwang, province du Chan-toug (Chine), cette espèce très voisine des empreintes de Charay et Rochessaue, est rapprochée par ces auteurs de *C. cathayensis* Sarg., l'une des deux espèces de *Carya*, avec *C. tonkinensis* Leclerc, qui habitent la Chine, la dernière n'a été trouvée dans le Yunnan qu'en 1932.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 166, pl. 37, f. 1-8.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 58, pl. 12, f. 1-8.
 UNGER : 1868. Radoboj, p. 25, pl. 1, f. 13.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 119, pl. 9, f. 7 ; pl. 11, f. 1-2.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 79, pl. 8, f. 1-5.
 WEBER : 1852. Die Tert. Fl. der Nied., pl. 5, f. 11.
 MARTY : 1931. Aubrac, p. 186, pl. 8, f. 6-7.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 392, pl. 36, f. 3.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 162, pl. 7, f. 11, 12.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 34.
 HOLICK : 1936. Up. Cret. Fl. of Alaska, (U. S. Geol. Surv. Prof. Paper 182, p. 83, pl. 37, f. 1).
 NEWBERRY : 1898. U. S. Geol. Surv., Mon. 35, p. 35, pl. 31, f. 1-4.
 GRANGEON : 1953. Gourgouras, p. 310, pl.-texte 1, f. 9, 12.
 LA MOTTE : 1936. Upper Cerdaville Fl., p. 116, pl. 4, f. 5-6 ; pl. 6, f. 1-2.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 26, pl. 6, f. 1 ; pl. 7, f. 5-7.

GENRE JUGLANS

Juglans regia Linné

(Pl.-texte XXXIX, fig. 3, 4 et Pl. I, fig. 15)

Gisements : Rochessaue, Pourchères.

Cette espèce est représentée, à Rochessaue et à Pourchères, par plusieurs empreintes de folioles plus ou moins fragmentaires, dont la longueur devait osciller entre 10 et 15 cm. et la largeur entre 25-30 mm. ; certains fragments appartiennent à des folioles de plus grande taille, tandis que d'autres dénotent des folioles de 5-7 cm. de long sur 16-18 mm. de large. Ces folioles sont ovales-lancéolées, à sommet parfois longuement acuminé, à base arrondie ou quelquefois atténuée et un peu dissymétrique, à contour entier. La nervure médiane est forte, les 12-14 paires de nervures secondaires naissent suivant un angle voisin de 90°, qui décroît en se rapprochant du sommet, puis elles remontent longuement près du bord du limbe, en une camptodromie très régulière. Les tertiaires, assez fortes et le plus souvent bifurquées, forment des mailles polygonales, parfois sub-

PLANCHE-TEXTE XXXIX

- 1, 2. — *Carya minor* Sap. et Mar., (Charay).
- 3, 4. — *Juglans regia* L., (Rochessaue).
5. — *Juglans bilinica* Ung., (Rochessaue).



parallèles entre elles et courent d'une secondaire à l'autre en délimitant des espaces presque rectangulaires. Le réseau ultime, quand il est visible, est constitué par des mailles le plus souvent rectangulaires ou pentagonales.

La forme et la nervation de ces folioles rappellent celles de l'espèce vivante : *Juglans regia* L. et sont très proches, en particulier, de la variété qui croît sur les coteaux des environs de Privas (Pl.-texte XLI, fig. 3), variété plus maigre, plus ancienne, que les paysans opposent à des formes plus récentes, améliorées, à feuillage plus ample, qu'ils appellent greffées.

L'abbé BOULAY (1887, p. 30), se basant sur les figures données par HEER (1854-59) et par GÖPPERT (1855), avait attribué ces empreintes à *J. acuminata* Al. Br. Plus tard (1892), il affirme que le *J. acuminata* des paléontologistes est identique à l'actuel *J. regia* L., c'était d'ailleurs l'opinion de HEER. Il conclut en disant : « Il n'est pas douteux que le *J. regia* compte des variations qui englobent tout à fait la forme fossile. J'ai déjà signalé ce fait que l'on rencontre près des fermes des montagnes de l'Ardèche, des Noyers du type ancien, dont le feuillage maigre et étroit reproduit exactement les particularités de nos feuilles fossiles ». LAURENT (1904-05) croit lui aussi que les espèces de *Juglans* fossiles, que l'on a beaucoup trop multipliées, ne représentent que les variations d'un même individu.

Sous des noms divers notre *J. regia* L. a été signalé dès l'Eocène d'Atanekrdluk (Groenland), (HEER, 1868-83) ; on le rencontre dans l'Aquitainien de Monod, de Hohe-Rhonen, dans le Burdigalien de Bilin (Bohême), (ETTINGSHAUSEN, 1869), dans le Miocène supérieur d'Ehningen (HEER, 1854-59), de Cerdagne (REROLLE, 1884-85), de Joursac (Cantal), (MARTY, 1903), de La Bourboule (MARTY et L. GLANGEAUD, 1936), dans le Plaisancien de la Mougudo (Cantal), (LAURENT, 1904-05), dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (BOULAY, 1892), dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), dans le Villafranchien de Cheylade (Cantal), (LAURENT et MARTY, 1927). En Amérique, on le connaît dans l'Eocène du Mackenzie et de l'Alaska, dans le Miocène et l'Oligocène des U.S.A. En Asie, dans l'Oligocène de Mandchourie, (YOSHIO KONUKI, 1932), de Sakhaline, (KRYSHTOFOVICH, 1921).

Enfin notons que le *J. shanwangensis* Chaney et Hu, du Miocène supérieur de Shanwang (Province du Chan-toung, Chine), que CHANEY et HU (1940) trouvent très ressemblant à *J. regia*, est identique aux empreintes de Rochessauve et de Pourchères. Ces auteurs rapprochent leur fossile de l'actuel *J. Sieboldiana* Max. du Japon et de Chine septentrionale bien que « the leaflets of this modern species are not subentire as in our specimens, but they may approach them closely in marginal and other characteristics ».

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., III, p. 88, pl. 128, f. 1-10.
 GÖPPERT : 1855. Schosnitz, p. 36, pl. 25, f. 2, 4, 5.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 80, pl. 8, f. 6 ; pl. 7, f. 4-7.
 LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 121.
 HEER : 1868-83. Fl. foss. arct., I, p. 124, pl. 7, f. 9 ; pl. 12, f. 1 ; pl. 49, f. 7.
 ETTINGSHAUSEN : 1869. Bilin, III, p. 45, pl. 51, f. 12.
 REROLLE : 1884-85. Cerdagne, p. 380, pl. 14, f. 13.
 MARTY : 1903. Joursac, p. 57, pl. 11, f. 6-8.
 MARTY : 1931. Aubrac, p. 186, pl. 8, f. 6, 8, 9.
 MARTY et GLANGEAUD : 1936. La Bourboule, p. 22.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 160, pl. 8, f. 12 ; pl. 9, f. 6.
 LAURENT et MARTY : 1927. Cheylade, p. 71, pl. 16, f. 3.
 YOSHIO KONUKI : 1932. Fushun Middle School, p. 3.
 KRYSHTOFOVICH : 1920. Journ. Geol. Soc. of Tokyo, vol. 27, n° 317, p. 41, pl. 10, f. 8-11.
 KRYSHTOFOVICH : 1921. Rec. Geol. Comm. Russ. Far. E, n° 18, p. 11.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 28, pl. 7, f. 4 ; pl. 8, f. 1-6.

Juglans bilinica Unger aff. **J. nigra** Linné

(Pl.-texte XXXIX, fig. 5)

Gisement : Rochessauve.

Nous attribuons à *J. bilinica* une empreinte de 45 mm. de long sur 18 mm. de large, en provenance de Rochessauve, dont le pourtour n'est malheureusement pas conservé entièrement. Cependant, près du sommet, on aperçoit quelques dents ; d'autre part la nervation rappelle celles des *Juglans* : nervures secondaires au nombre de neuf, qui s'insèrent sur la médiane sous un angle d'environ 60° à 70° à la base de la foliole, puis s recourbent et deviennent ascendantes le long de la marge ; les nervilles tertiaires délimitent assez irrégulièrement des espaces polygonaux alternes, enfin, le réseau ultime régulier, est formé par des mailles quadrangulaires ou pentagonales et rappelle celui de l'actuel *J. nigra* L.

Cette foliole se distingue de celles de *J. regia* par son contour denticulé, visible, ici, sur une faible portion seulement. Nous ne pouvons pas, avec une seule empreinte fragmentaire, établir les comparaisons souhaitables. Cependant, la denticulation peu serrée, le nombre des nervures secondaires, la rapprochent de *J. nigra*, c'est d'ailleurs à cette espèce que HEER (1854-59) rattache les folioles de *J. bilinica* trouvées dans le Miocène d'Ehningen, et dont les petites folioles, provenant de ce gisement, sont identiques à l'empreinte de Rochessauve.

Rappelons que ce Noyer est signalé dans l'Eocène de l'Islande (HEER, 1868-83), dans divers gisements plus récents de Bohême (ENGELHARDT 1885), dans le Miocène supérieur d'Ehningen, de Gleichenberg (Styrie), (UNGER, 1854), ainsi que dans le Pliocène de Toscane (GAUDIN et STROZZI, 1858). CHANEY et HU (1940) rapprochent également de *J. bilinica* leur *J. miocathayensis* du Miocène supérieur de Shanwang (Chine).

BIBLIOGRAPHIE

- HEER : 1854-59. Fl. tert. helv., 3, p. 90, pl. 130, f. 5-19.
 HEER : 1868-83. Fl. fos. arct., 1, p. 153, pl. 28, f. 14-17.
 ENGELHARDT : 1885. Tet. d. Jesuiten. b. Kund. in Nordb., p. 361, pl. 23, f. 23, 28, 29.
 UNGER : 1854. Foss. Fl. v. Gleichenberg, p. 181, pl. 6, f. 1.
 GAUDIN et STROZZI : 1858. Fl. de Toscane, 1^{er} Mém., p. 40, pl. 9, f. 1.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 28, pl. 11, f. 1 ; pl. 12, f. 9-10.

THÉACÉES

GENRE GORDONIA

Gordonia sp.

(Pl.-texte II, fig. 35 et Pl. I, fig. 11)

Gisement : Rochessauve.

Les espèces tropicales sont encore représentées dans la flore fossile de Rochessauve par une graine ailée appartenant au genre *Gordonia*.

L'empreinte représente la face interne d'une semence ailée, dont la graine proprement dite, de forme ovale, possède, sur cette face, une échancrure de forme vaguement triangulaire, allongée

suyant le grand axe de la graine. Sur cette graine est insérée, obliquement, une aile membraneuse, de forme oblongue. Les dimensions de cette semence sont les suivantes :

Longueur totale : aile + graine	19 mm.
Plus grande largeur de l'aile	7 mm. 5
Longueur de la graine	8 mm. 5
Largeur de la graine	4 mm.
Ligne d'insertion de l'aile sur la graine.....	7 mm.

Cette empreinte se rapproche, par sa forme et ses dimensions, de *Gordonia hesperia* Berry, du Miocène de « Grand Coulée » (frontière sud de l'Etat de Washington, N.W. des U.S.A.). Notons qu'à propos de cette espèce fossile BERRY (1931, p. 42) fait remarquer que : « It is an interesting fact, that our northwestern Miocene contains two species of *Gordonia* based upon leaves and two based upon seeds and that the latter are more similar to existing Asiatic species than to the existing species of southeastern North America ».

Bien que nous n'ayons pas eu toute la documentation nécessaire pour établir l'affinité spécifique précise de cette empreinte, nous avons constaté, comme BERRY, que c'est avec les espèces asiatiques, plus spécialement avec *G. axillaris* Dietr., que le *Gordonia* miocène de Rochessauve présente le plus d'affinité.

La trentaine d'espèces que nous avons examinées, dans les herbiers du Muséum de Paris, provenaient, pour la plupart, du Sud-Est asiatique (Sud et S.W. de la Chine, Tonkin, Annam, presque île de Malacca, Philippines, Ceylan, Java, etc...), deux espèces avaient été récoltées dans le Sud-Est des U.S.A. (Floride).

ROSACÉES

GENRE PRUNUS

***Prunus microdonta* N. Boulay aff. *P. graeca* Desfontaines**

(Pl.-texte XL, fig. 2)

Gisement : Charay.

Cette empreinte, fragmentaire, recueillie à Charay, ne doit représenter, en longueur, que la moitié d'une feuille de forme ovale. Six nervures secondaires émergent de la médiane sous un angle de 60° environ. Chaque nervure secondaire, bien avant d'atteindre la marge, rejoint la suivante par une bifurcation assez accentuée, puis elle se recourbe jusqu'à la marge où elle forme une série d'arceaux d'où s'échappent des nervures pour chaque dent. Le contour du limbe présente une denticulation en scie, serrée, formée par des dents au sommet desquelles on remarque une petite pointe brune, glanduleuse. Le pétiole long de 2 cm. montre encore, à 3 ou 4 mm. au-dessous du limbe, une grosse glande d'un brun rougeâtre.

Dans l'étude du *Prunus pereger* Ung. de la Mougudo, LAURENT s'exprime ainsi : « La feuille des Rosacées est très fluctuante dans les groupes qui la composent et certains genres sont encore ballottés d'une section dans une autre. Si l'on ajoute à cela que les caractères tirés uniquement du système foliaire ne présentent rien de bien tranché et sont communs à la plupart de ces groupes, si voisins les uns des autres, qu'on les a quelquefois identifiés entre eux, on comprendra aisément les difficultés qu'on éprouve pour assigner une place à un organe foliaire séparé et pour le com-

parer, soit aux genres vivants, soit aux espèces fossiles, encore plus mal délimitées que les premières », (LAURENT 1904-05, p. 181).

Ces difficultés, l'abbé BOULAY les avait lui-même éprouvées et, comparant cette empreinte au *Prunus (Cerasus) Mahaleb* L. (Pl.-texte XL, fig. 3), il écrit : « Le réseau des nervures et la denticulation sont identiques ; on remarque en particulier la petite pointe brune glanduleuse du sommet des dents, mais la forme est différente : la feuille, sur une largeur analogue est plus allongée, oblongue, brièvement atténuée sur le pétiole et non suborbiculaire cordiforme », (BOULAY, 1887, p. 32).

Nous souscrivons volontiers à ce que dit l'abbé BOULAY, en ajoutant que les nervures secondaires du *Prunus (Cerasus) Mahaleb* L. font, avec la médiane, un angle plus grand que celles de *P. microdonta*. La forme et la nervation rapprochent aussi notre fossile de *Prunus Pissardii* Carr., du Japon, cependant ce dernier diffère du précédent, par la denticulation et le nombre des nervures secondaires. Mais c'est avec des feuilles de *Prunus græca* Desf. (Pl.-texte XL, fig. 4) que notre fossile présente une identité quasi-absolue : même forme, même nervation, pétiole de même longueur, portant deux ou trois glandes comme chez l'échantillon de Charay. Les dents sont aussi munies de glandes identiques à celles de l'espèce fossile.

Nous avons trouvé les feuilles de ce *P. græca* dans l'herbier de Spach, au Muséum de Paris, malheureusement le lieu d'origine n'était pas indiqué, mais d'après son nom et l'Index Kewensis, il habiterait la Grèce. D'après Koch (MOUILLEFERT, 1892-98, p. 449), il serait indigène dans ce pays, mais n'y aurait jamais été remarqué. Ce même auteur pense que c'est un hybride de *P. avium* x *P. Mahaleb*, desquels il tient beaucoup par ses caractères. Ce qui semble confirmer cette hybridité, c'est sa presque constante stérilité ; notons, toutefois, que l'exemplaire planté dans les jardins du Muséum de Paris a cependant produit des graines en 1870-71. Sa présence dans le Miocène supérieur de Charay, sans être un critère infailible, indiquerait plutôt qu'il n'est pas un hybride, car ni *P. avium*, ni *P. Mahaleb* n'ont été, jusqu'ici, rencontrés dans les gisements ardéchois.

Parmi les espèces fossiles voisines de *P. microdonta*, nous pouvons citer :

1°. — *Amygdalus insignis* Wessel, (WESSEL et WEBER, 1856), du Burdigalien de Rott (Prusse rhénane), qui se rapproche de l'espèce de Charay par la forme, mais s'en éloigne par la denticulation.

2°. — *Prunus pereger* Unger, des cinérites plaisanciennes de la Mougudo (Cantal), (LAURENT, 1904-05), qui présente une forme et une nervation voisine de celle de *P. microdonta* mais dont la denticulation est différente. Le genre *Prunus* a été signalé depuis l'Eocène du Groenland, dans de nombreux autres gisements tertiaires, mais les empreintes foliaires diffèrent trop de la nôtre pour que nous puissions nous y arrêter.

BIBLIOGRAPHIE

LAURENT : 1904-05. La Mougudo, p. 181, pl. 14, f. 3.

WESSEL et WEBER : 1856. Ter. Fl. der Niederr. Braukhol, p. 49, pl. 9, f. 13.

PLANCHE-TEXTE XL

1. — *Bumedia bohémica* Ett., (Rochessaube).
2. — *Prunus microdonta* N. Boul., (Charay).
3. — *Prunus* (*Cerasus*) *Mahaleb* L., (Herbier Boulay).
4. — *Prunus græca* Desf., (Herbier Muséum).
5. — *Bumelia tenax* Willd., (Herbier Muséum).
6. — *Platanus aceroides* Gœpp., (Pourchères).
- 7, 8. — Jeunes feuilles de *Platanus orientalis* L. var. *acerifolia* (*P. acerifolia* Willd.), cultivé à Brioude, (Haute-Loire).



PLATANACÉES

GENRE PLATANUS

Platanus aceroides Goeppert

(Pl.-texte XL, fig. 6 et Pl. II, fig. 1)

Gisement : Pourchères.

L'empreinte foliaire de Platane que nous étudions, fut recueillie à Pourchères, en 1891, par l'abbé BOULAY, quatre ans après la publication de sa note sur la flore des environs de Privas. Elle mesure 55 mm. dans sa plus grande largeur et 65 mm. de la base du pétiole au sommet du limbe. Le limbe est divisé en trois lobes paucidentés, les deux latéraux sont à peine amorcés et formés par des sinus peu profonds et très ouverts. Les trois nervures principales partent du même point, un peu au-dessus de la base du limbe. Les nervures secondaires quittent les principales pour se rendre directement aux dents. Le réseau tertiaire se subdivise pour donner des mailles, en général pentagonales, d'allure assez lâche. Parmi les six ou sept espèces de Platanes habitant actuellement la zone tempérée de l'hémisphère nord, les deux plus fréquentes sont : *P. orientalis* L. et *P. occidentalis* L., auxquelles sont rattachées plusieurs variétés :

P. orientalis L. : plusieurs glomérules fructifères sur le même pédoncule, feuilles palmatifides, cunéiformes à la base par l'extension du parenchyme au-dessous du point d'insertion des nervures. Ce Platane croît, avec des caractères de l'indigénat, en Macédoine, en Asie Mineure, dans l'Afghanistan et la région himalayenne.

P. acerifolia Willd. : considéré comme variété du précédent, par DE CANDOLLE, TREALASE ; comme hybride de *P. orientalis* x *P. occidentalis*, par d'autres botanistes. Ses feuilles sont palmatilobées, tronquées ou en cœur à la base, où le parenchyme ne descend pas ordinairement au-dessous du point d'insertion des nervures.

P. occidentalis L. : un seul glomérule fructifère par pédoncule, feuilles anguleuses, lobées, très larges par rapport à la hauteur, subordiculaire. Il habite les vallées des provinces atlantiques des U.S.A.

C'est à *P. orientalis* var. *acerifolia* (*P. acerifolia* Willd.) qu'il faut rattacher la feuille fossile de Pourchères. C'est d'ailleurs à cette variété que GADECEAU (1894) rattache le *P. occidentalis* des horticulteurs, cultivé dans nos parcs et qui est différent de *P. occidentalis* L., lequel est spontané en Amérique du Nord. Notre empreinte fossile représente sans doute une feuille non parvenue à un complet développement. De telles feuilles se rencontrent fréquemment chez nos Platanes cultivés, elles tombent, en général, les premières et dès le mois d'août, on peut les ramasser en grand nombre sous les arbres cultivés dans nos régions (Pl.-texte XL, fig. 7-8).

Le genre *Platanus* apparaît dès le Crétacé du Dakota (U.S.A.), (LESQUEREUX, 1891) et du Groenland, où il fut d'abord signalé par HEER (1868-83) et plus récemment par SEWARD (1935 a) qui le considère comme « a genus which had a wide distribution in Arctic Cretaceous and Tertiary Floras ». A l'Eocène, outre dans les terres arctiques, nous le retrouvons aux U.S.A. (KNOWLTON, 1930) et à Menat (PITON, 1940), (LAURENT, 1912). Au Miocène on le rencontre dans le Burdigalien de Bilin (Bohême), (ETTINGSHAUSEN, 1866), dans le Miocène supérieur d'Ehningen (Suisse), (HEER, 1854-59), de Schossnitz (Silésie), (GÖPPERT, 1855) et de Sinigaglia (Italie), (MASSALONGO, 1859). Au Pliocène, il a été signalé à Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme), (BOULAY,

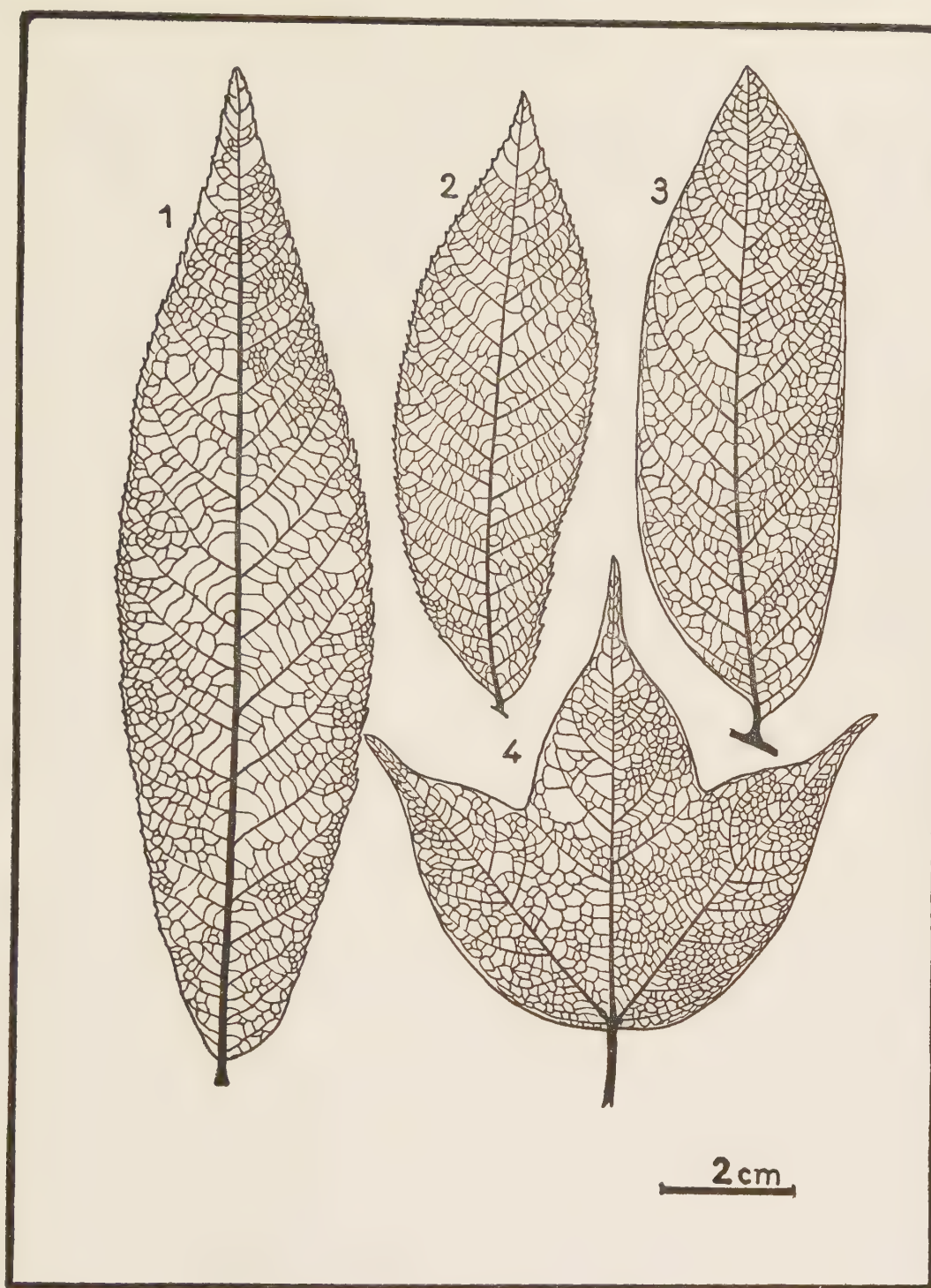


PLANCHE-TEXTE XLI

1. — *Carya tomentosa* Nutt, Illinois, (Herbier Muséum).
2. — *C. porcina* Nutt., Maryland, (Herbier du Muséum).
3. — *Julans regia* L., forme ancienne, maigre, coteaux de Charay, (Herbier Boulay).
4. — *Acer calcaratum* Gagnep., Annam, Tonkin, (Herbier Muséum).

1892), à Niac (Cantal), (LAURENT, 1908), à Saint-Marcel (Ardèche), (DEPAPE, 1922), à Meximieux (Ain), (SAPORTA et MARION, 1876) et dans les environs de Barcelone, (ALMERA, 1907).

Il est à remarquer que les espèces de Platanes crétacés sont plutôt cunéiformes à la base et ont un limbe fortement décurrent, elles rappellent ainsi les formes juvéniles de presque toutes les espèces actuelles

BIBLIOGRAPHIE

- GADECEAU : 1894. Note sur les Platanes. Bul. Soc. Sc. Nat. de l'Ouest, p. 105-111.
 LESQUEREUX : 1891. Fl. of the Dakota Group, p. 72-75.
 HEER : 1868-83. Fl. Foss. Arct. 6, Fl. d'Ataneschichten, p. 72, pl. 7, f. 1-2 ; 1, p. 150, pl. 26, f. 5.
 L. PITON : 1940. Menat, p. 39, pl. 8, fig. 1 ; pl. 9, f. 4.
 ETTINGSHAUSEN : 1866. Bilin, 1, p. 84, pl. 29, f. 7.
 HEER : 1854-59. Fl. Tert. Helv., 2, pl. 87, f. 1-11 ; pl. 88, f. 5-15.
 GEPPERT : 1855. Schossnitz, p. 21, pl. 12, f. 1-3.
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, pl. 17, f. 3 ; pl. 19, f. 3.
 BOULAY : 1892. Mont-Dore, p. 73, pl. 6, f. 1.
 LAURENT : 1908. Niac, p. 44, pl. 4, f. 2-3.
 DEPAPE : 1922. Vallée du Rhône, p. 199, pl. 13, f. 9-11.
 SAPORTA et MARION : 1876. Meximieux, p. 99, pl. 25, f. 5.
 ALMERA : 1907. Fl. Alr. Barcelona, p. 331, pl. 25, f. 5 ; pl. 26, f. 3.
 SEWARD : 1935 a. Fossil. Plants from Kingitok, p. 23, pl. 3, f. 28.
 LAURENT : 1912. Menat, p. 102, pl. 10, f. 3 ; pl. 11, f. 5 ; pl. 12, f. 1.

LÉGUMINEUSES

GENRE CERCIS

Cercis aff. *C. siliquastrum* Linné

(Pl.-texte IV, fig. 4, 5)

Gisement : Charay.

Une empreinte de Charay, malgré son mauvais état de conservation, montre tous les caractères essentiels des feuilles de *Cercis* : contour entier, forme suborbiculaire, échancrée à la base, nervation palmée rayonnante, formée par trois nervures basilaires de chaque côté de la médiane, remontant plus ou moins parallèlement le long de la marge. Elle mesure 39-40 mm. de long sur 37 de large, sa longueur est donc légèrement supérieure à sa largeur. Se basant sur ce caractère, l'abbé BOULAY (1887, p. 32) crut y voir une forme spéciale de *C. siliquastrum* et en fit la variété *elliptica*. Nous avons mesuré de nombreuses feuilles de l'actuel *C. siliquastrum* (Pl.-texte IV, fig. 6), quelques-unes sont plus larges que longues ; chez la plupart, la longueur et la largeur sont sensiblement identiques et chez un certain nombre la longueur dépasse un peu la largeur. Il semble donc inutile d'attribuer la feuille de Charay à une variété spéciale, puisque sur le même arbre, on rencontre des feuilles dont le rapport de la longueur à la largeur du limbe est fort variable.

Une deuxième empreinte, incomplète, elle aussi, originaire du même gisement, mesure 31 mm. de long sur 31 de large ; la largeur du limbe, chez la feuille vivante, devait dépasser légèrement sa longueur. Par sa forme, sa base et sa nervation, cette feuille se rattache, elle aussi, à *C. siliquastrum*.

Nous avons observé, dans les herbiers du Muséum de Paris, plusieurs espèces de *Cercis* : telles

que *C. canadensis* L., d'Amérique du Nord, *C. occidentalis* Torr., de Californie, *C. chinensis* Bge. de Chine et du Japon. Toutes ces espèces ont des feuilles presque identiques à celles de *C. siliquastrum*. La présence, chez la plupart des feuilles de cette dernière espèce, d'un réseau ultime plus serré, est un des rares caractères qui permettent de les distinguer assez facilement de celles des espèces que nous venons de citer. Cependant, ce caractère n'a rien d'absolu, nous avons, en effet, trouvé des feuilles de *C. siliquastrum* à mailles plus lâches. Comme le réseau ultime n'est pas conservé, chez les empreintes de Charay, nous les attribuons donc, avec un léger doute, à *C. siliquastrum*.

DE SAPORTA (1888 b) considère le genre *Cercis* « comme l'un de ceux qui s'est montré le moins variable et le plus facile à suivre et à reconnaître à travers les divers étages, de l'Eocène au Quaternaire ».

On rencontre, en effet, diverses espèces fossiles très voisines de l'actuel *C. siliquastrum* L. : dans le Stampien d'Aix (SAPORTA, 1862 b) et de Bois d'Asson (SAPORTA, 1867 a), dans le Miocène supérieur d'Æhningen (HEER, 1854-59), de Sinigaglia (MASSALONGO, 1859), dans le Pliocène de Varennes-lac Chambon (R. DE LA VAULX et MARTY, 1920), et dans les tufs quaternaires toscans (GAUDIN, 1860). Notons enfin, que CHANEY et HU (1940) décrivent et représentent des feuilles de *Cercis*, accompagnées de leurs fruits, dont ils font une nouvelle espèce : *C. miochinensis*, qu'ils rapprochent de l'actuel *C. chinensis* Bunge, espèce très répandue en Chine et au Japon. La feuille qu'ils reproduisent (Pl. 26, fig. 4), identique par sa forme et sa nervation aux empreintes de Charay, s'ajoute aux nombreuses empreintes, déjà citées, pour prouver l'affinité des flores miocènes du Vivarais et du Chan-toung chinois.

Rappelons que le *C. siliquastrum* L. croît spontanément, de nos jours, dans toute la région méditerranéenne et en Asie occidentale jusqu'en Perse. Il résiste sous le climat parisien jusqu'à 22° de froid, ne craint pas la sécheresse, et n'a pas de préférence pour la nature minéralogique du sol.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPORTA : 1888 b. Origine paléontologique des arbres, p. 315.
 SAPORTA : 1862 b. Aix (An. Sc. nat., 4 s, t. 17, p. 287, pl. 14, f. 4).
 SAPORTA : 1867 a. Bois d'Asson (An. Sc. nat., 5 s, t. 8, p. 117, pl. 24, f. 10, 11).
 MASSALONGO : 1859. Sinigaglia, p. 425, pl. 9, f. 20-21.
 GAUDIN : 1860. 4^e Mém., travertins toscans, p. 27, pl. 7, f. 1-4.
 HEER : 1854-59. Fl. tert. Helv., 3, p. 107, pl. 133, f. 35.
 CHANEY et HU : 1940. Shantung, p. 51, pl. 26, f. 4.
 R. DE LA VAULX et MARTY : 1920. Nouv. Rech. Fl. foss. env. de Varennes, (R.G.B., t. 32, p. 303).

INCERTAE SEDIS

(Pl.-texte XXXVI, fig. 12)

Gisement : Rochessauve.

La collection Boulay renferme deux feuilles, dont l'une bien conservée, que nous reproduisons (Pl.-texte XXXVI, fig. 12), mesure 34 mm. de long sur 20 de large. Elle est obtuse, subarrondie au sommet, rétrécie à la base en un large pétiole auquel le limbe prend part. Le contour est entier, le réseau des nervures est très grêle, la nervure médiane est flexueuse et faible, même dès la base, les 2-4 paires de nervures secondaires également grêles et flexueuses sont très ascendantes et très divisées ; le réseau de troisième ordre est formée de mailles un peu allongées, obliquement dressées, circonscrites par des lignes flexueuses et fines quoique bien marquées.

PLANCHE-TEXTE XLII

1. — *Vitis* aff. *V. Thunbergii* S. et Z., (Rochessaue).
2. — *V. betulifolia* Diels et Gilg, jeune feuille, (Herbier Muséum).
3. — *V. teutonica* Al. Br., (Rochessaue).
4. — *V. vinifera* L., échancrure du tablier introfexe,
cultivée à Brioude, (Haute-Loire).
5. — *V. vinifera* L., échancrure du tablier extrofexe,
cultivée à Brioude, (Haute-Loire).



2cm

Ces empreintes avaient été attribuées par l'abbé BOULAY au genre *Persoonia* (Protéacées) ; si par la forme elles peuvent être rattachées au genre *Persoonia*, bien que les feuilles de ce genre soient plutôt lancéolées que spatulées, la nervation tertiaire est complètement différente. Nous n'avons pas trouvé une seule feuille parmi les nombreux échantillons de *Persoonia* conservés dans les herbiers du Muséum de Paris, qui ait un réseau tertiaire formé de mailles aussi lâches que celles de notre empreinte. Chez les *Persoonia* actuelles, les nervilles tertiaires sont beaucoup plus serrées, plus allongées obliquement par rapport aux nervures secondaires. Ces dernières sont beaucoup plus saillantes, moins divisées, elles remontent longuement le long du limbe, avant de se recourber pour rejoindre la suivante ; tandis que chez l'empreinte fossile en question, elles sont moins marquées, se divisent dichotomiquement et se distinguent à peine du réseau tertiaire.

Pour toutes ces raisons, nous ne pouvons rattacher cette empreinte à aucune espèce de *Persoonia* vivante ; d'autre part, créer une espèce basée uniquement sur une empreinte dont les relations avec le genre *Persoonia* sont douteuses, nous paraît arbitraire. D'ailleurs, comme le note LAURENT (1904-05, p. 78), « beaucoup de feuilles de Myricacées ont été prises pour des Protéacées par des auteurs qui, comme ETTINGSHAUSEN, désiraient voir dans l'Europe tertiaire le pendant de la végétation australienne ».

La nervation de cette empreinte rappelle celle de certaines feuilles de *Hedera Helix* L. et de *Hedera himalaica* Tobler, des pays subtropicaux. Nous avons, en effet, constaté, en parcourant les herbiers du Muséum de Paris, que la nervation des feuilles de Lierre devient plus serrée, en même temps que la feuille devient plus coriace, à mesure que diminue la latitude où a été cueillie la plante ; déjà sensible, pour les spécimens récoltés dans le moyen Orient, ce changement devient plus remarquable pour les plantes de l'Inde.

Des échantillons de *Hedera helix*, provenant de l'Himalaya occidental, cueillis entre 1.500 et 1.800 m. ont une nervation tertiaire formée de mailles polygonales assez lâches, bien marquées, allongées dans le sens de la longueur de la feuille, rappelant celle de l'empreinte de Rochessauve. Plusieurs échantillons récoltés dans le Yunnan, le Hou-pé et le Kouéi-tchéou (Chine), ont des feuilles qui présentent une nervation semblable.

A ne considérer que la nervation, nous aurions volontiers attribué cette empreinte au genre *Hedera* ; mais les feuilles de ce genre sont plutôt lancéolées que spatulées et, d'autre part, la plupart n'ont pas un limbe décurrent le long du pétiole, comme chez notre empreinte.

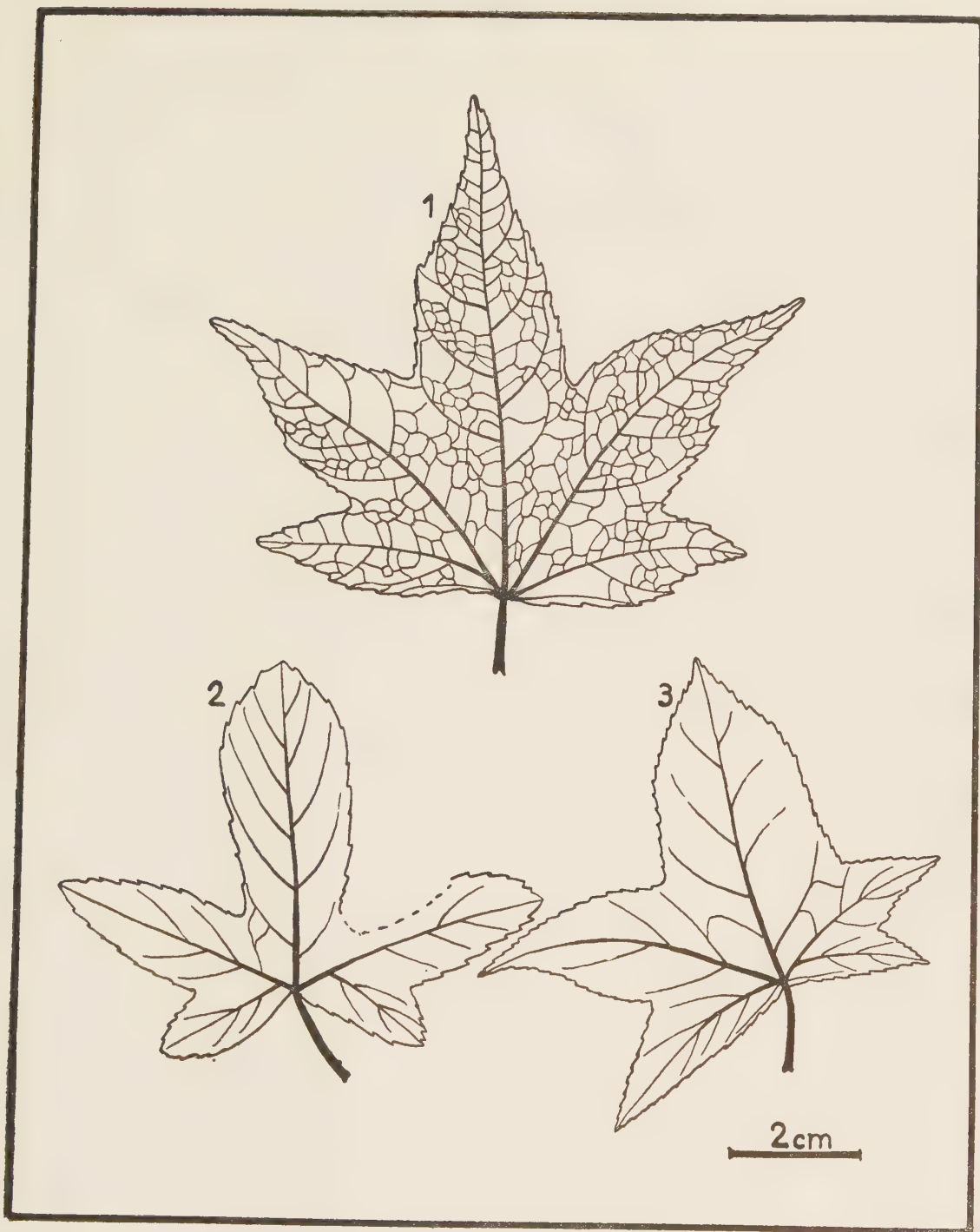


PLANCHE-TEXTE XLIII

1. — *Liquidambar styraciflua* L., (Jardin botanique de Lille).
 2, 3. — *Liquidambar europæa* Al. Br., (Rochessaue).

CHAPITRE III

LISTE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES ET RÉPARTITION PAR GISEMENTS

Le tableau suivant donne la liste des espèces que nous venons de décrire, et indique leur répartition entre les trois gisements qui les ont livrées.

Remarque. — Nous avons marqué d'une astérisque * les espèces établies d'après des documents nombreux ou bien caractérisés. Ce sont celles que LAURENT (1904-05, p. 261) appelle les « *bonnes espèces* », les autres sont plutôt données à titre documentaire.

Espèces fossiles	Rochessauve	Charay	Pourchères
CHAMPIGNONS			
<i>Sphaeria</i>	×		
<i>Xyloma</i>		×	
FOUGERES			
<i>Adiantum reniforme</i> L.*	×		
<i>Pteris oeningsensis</i> Heer..	×	×	
PREPHANEROGAMES			
Ginkgoacées			
<i>Ginkgo</i> aff. <i>G. biloba</i> L.*			×
PHANEROGAMES			
GYMNOSPERMES			

Espèces fossiles	Rochessauve	Charay	Pourchères
Pinacées			
<i>Pinus</i> aff. <i>P. Laricio</i> Poir.....*	×		
<i>Pinus</i> aff. <i>P. Pinaster</i> Sol.....*	×		
<i>Pinus</i> aff. <i>P. rigida</i> Mill.*	×		
<i>Cedrus vivariensis</i> N. Boul.*	×	×	
<i>Abies</i> aff. <i>A. cephalonica</i> Loud.*	×		
<i>Larix</i> aff. <i>L. europaea</i> D. C.*	×		
<i>Larix</i> aff. <i>L. Griffithii</i> Hook.*	×		
Taxodiacées			
<i>Sequoia Langsdorfii</i> Heer.*	×	×	
Cupressacées			
<i>Callitris Brongniartii</i> Endl.*		×	
ANGIOSPERMES			
Graminées			
<i>Bambusa lugdunensis</i> Sap. et Mar.....*	×	×	×
Bétulacées			
<i>Betula macrophylla</i> Heer.*		×	
<i>Betula subpubescens</i> Goep.*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. globispica</i> Shirai*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. utilis</i> Don.*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. Ermanii</i> Cham.*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. Jackii</i> Sehr.*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. Delavayi</i> Franch.*		×	
<i>Betula</i> aff. <i>B. luminifera</i> Winkl.*		×	
<i>Alnus Kefersteinii</i> Ung.*	×		
<i>Alnus</i> aff. <i>A. nepalensis</i> Don.*	×		
Corylacées			
<i>Carpinus suborientalis</i> Sap.*	×	×	
<i>Carpinus orientalis</i> Lmk.*	×	×	
<i>Ostrya Atlantidis</i> Ung.*	×	×	

Espèces fossiles	Rochessauve	Charay	Pourchères
Fagacées			
<i>Fagus pliocenica</i> Sap. *		×	×
<i>Quercus hispanica</i> Rer. *	×	×	
<i>Quercus palaeocerris</i> Sap. *	×		
<i>Quercus drymeja</i> Ung. *	×		
<i>Quercus Ilex</i> L. *	×	×	
<i>Quercus coccifera</i> L. *	×		
<i>Quercus</i> aff. <i>Q. michauxii</i> Nutt. *	×		
<i>Castanea vesca</i> Gaertn. *	×	×	×
Salicacées			
<i>Salix acutissima</i> Goepp *		×	
<i>Populus alba</i> L. *	×		
<i>Populus Tremula</i> L. *	×		
<i>Populus balsamoides</i> Goepp. *	×		
<i>Populus palaeomelas</i> Sap. *	×		
<i>Populus glandulifera</i> Heer. *	×		
<i>Populus massiliensis</i> Sap. *		×	
Balsamifluacées			
<i>Liquidambar europaea</i> Al. Br. *	×		
Ulmacées			
<i>Zelkova Ungerii</i> Kov. *	×	×	
<i>Zelkova crenata</i> Spach. *	×	×	×
<i>Ulmus Braunii</i> Heer. *	×	×	
<i>Ulmus Cocchii</i> Gaud. *		×	
<i>Cetis auriculata</i> N. Boul. *		×	
Ceratophyllacées			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L. *		×	
Eucommiacées			
<i>Eucommia</i> aff. <i>E. ulmoides</i> Oliv. *		×	
Lauracées			
<i>Benzoin antiquum</i> Heer. *	×		
<i>Laurus canariensis</i> Web. *	×	×	
<i>Laurus primigenia</i> Ung. *	×		
<i>Cinnamomum polymorphum</i> Heer. *	×		×
Nyctaginacées			
<i>Abronia Bronnii</i> Laur. *	×		

Espèces fossiles	Rochessauve	Charay	Pourchères
Oléacées			
<i>Fraxinus Ornus</i> L. *	×		
Myrsinacées			
<i>Ardisia gallica</i> N. Boul. *	×		
<i>Ardisia paucinervis</i> N. Boul. *	×		
Vitacées			
<i>Vitis teutonica</i> Al. Br. *	×	×	
<i>Vitis betulifolia</i> Diels et Gig. *		×	
<i>Vitis vivariensis</i> N. Boul. *		×	
<i>Vitis prævinifera</i> Sap.	×		
<i>Vitis Thunbergii</i> S. et Z. *	×		
Cornacées			
<i>Cornus macrophylla</i> Wall. *	×	×	
<i>Cornus distans</i> N. Boul.	×		
<i>Cornus sanguinea</i> L.	×		
Araliacées			
<i>Hedera Helix</i> L. *	×		
Hamamélidacées			
<i>Parrotia persica</i> C. A. Mey. *	×	×	
Acéracées			
<i>Acer monspessulanum</i> L. *	×	×	
<i>Acer pseudocampêtre</i> Ung. *		×	
<i>Acer decipiens</i> Al. Br. *	×	×	
<i>Acer</i> sp.	×		
Sapindacées			
<i>Sapindus bilineatus</i> Ett.	×		
<i>Sapindus falcifolius</i> Al. Br. *	×	×	
Aquifoliacées			
<i>Ilex acuminata</i> Sap.	×		
<i>Ilex berberidifolia</i> Heer.	×		
<i>Ilex undulata</i> N. Boul.	×		
Rhamnacées			
<i>Berchemia multinervis</i> Heer. *		×	

Espèces fossiles	Rochessauve	Charay	Pourchères
Tiliacées			
<i>Tilia mastajana</i> Mass. *	×		
<i>Tilia</i> sp.		×	
Juglandacées			
<i>Engelhardtia</i> aff. <i>E. wallichiana</i> Lindl. *	×		
<i>Carya minor</i> Sap. et Mar. *	×	×	×
<i>Juglans bilinica</i> Ung.	×		
<i>Juglans regia</i> L. *	×		×
Théacées			
<i>Gordonia</i> sp. *	×		
Rosacées			
<i>Prunus microdonta</i> N. Boul. *		×	
Platanacées			
<i>Platanus aceroïdes</i> Gœpp. *			×
Caprifoliacées			
<i>Viburnum rugosum</i> Pers.	×		
Ericacées			
<i>Vaccinium acheronticum</i> Ung.	×		
Magnoliacées			
<i>Magnolia Dianae</i> Ung.	×		
Légumineuses			
<i>Cercis siliquastrum</i> L. *		×	
Incertæ Sedis			
<i>Phyllites Hederæformis</i>	×		

La liste des plantes fossiles des environs de Privas, publiée par l'abbé BOULAY (1887) comptait 118 espèces, déterminées surtout à l'aide de la bibliographie paléontologique de l'époque. Notre liste n'en comporte que 92. Nous n'avons point conservé, en effet, toutes les espèces déterminées par l'abbé BOULAY, nous n'avons point, en particulier, retenu :

1°. — Celles qui sont sans intérêt, soit au point de vue botanique, soit au point de vue stratigraphique telles sont : *Muscites pulvinatus* Sap. (traces de Mousse), *Cystopteris fumariacea* Wess. et Web. (un fragment de Fougère), *Phragmites cœningensis* Al. Br. (fragments de feuilles de Monocotylédones), *Cyperites tenuistriatus* Heer (fragments de feuilles de Monocotylédones), *Alismacites* (une feuille de Monocotylédone).

2°. — Celles dont la détermination, basée sur des empreintes trop incomplètes est douteuse, citons : *Myrica Heeri* N. Boul., *Corylus Mac-Quarrii*, *Ficus bumeliaefolia*, *Ficus Jynx*, *Ficus Fussii*, *Laurus resurgens*, *Laurus princeps*, *Laurus Haidingeri*, *Appollonias canariensis*, *Sassafras*, *Daphne palæolaureola*, *Porana inæquiloba*, *Myrsinites*, *Bumelia bohémica*, *Andromeda protogæa*, *Andromeda vacciniifolia*, *Stercularia tenuinervis*, *Dombeyopsis Decheni*, *D. pentagonalis*, *Pterospermum*, *Apeibopsis Delœsi*, *Banisteria sotzkiana*, *Pittosporum panonicum*, *Zizyphus quadriloba*, *Rhus pluriloba*, *Cæsalpinites reticulatus*, *Carpolites Gervaisi*, *Pinus Echinostrobus*, *Pinus consimilis*.

3°. — Celles que nous n'avons pas retrouvées dans les collections : *Ficus flexuosa*, *Rosa charayri*, *Salix cinerea*.

4°. — Celles dont la détermination nous a paru erronée après comparaison avec les espèces vivantes, ce sont : *Persoonia gracilinervis* N. Boul. si par la forme cette empreinte rappelle certaines feuilles de *Persoonia*, la nervation est totalement différente. *Aristolochia primæva* : a une nervation qui ne ressemble en rien à celle des *Aristolochia*, mais est identique à celle d'*Hedera Helix*. *Pterocarya denticulata* n'est autre que *Carya minor* Sap. et Mar.

Nous avons donc éliminé les échantillons trop fragmentaires et ceux qui, n'étant pas suffisamment caractéristiques, risquaient de conduire à des conclusions basées sur des données mal établies. Nous avons, d'autre part, groupé et rattaché à une même espèce un certain nombre de types dont la spécification était basée uniquement sur des variations de forme ou de dimensions, variations que l'on retrouve actuellement au sein d'une même espèce vivante, parfois sur un même individu. C'est ainsi que nous avons réuni *Betula prisca* Ett. à *Betula subpubescens*, et à *B. macrophylla*, un fragment de feuille attribué par l'abbé BOULAY à *B. Blancheti* Engelm.

Nous avons réduit à deux les quatre espèces de *Carpinus* citées par l'abbé BOULAY et avons fait, des différentes empreintes foliaires, de simples variétés d'une même espèce, en indiquant leur affinité plus ou moins grande avec les espèces vivantes. Nous n'avons pas, non plus, maintenu l'*Ostrya vivariensis* N. Boul., espèce créée pour des empreintes foliaires qu'il est très difficile de distinguer de celles de *Carpinus*.

Nous avons réuni à *Quercus hispanica* Rer., *Q. Cardanii* Mass. et *Q. furcinervis* Ung. Quant aux *Q. præcursor* Sap. et *Q. mediterranea* Ung. nous avons montré que ces empreintes étaient celles de *Q. Ilex* L., chêne qui est aussi représenté par plusieurs glands.

Les *Populus latior* Al. Br. et *P. tremulaefolia* Sap. se rattachent naturellement à *P. Tremula* L. Nous n'avons distingué, d'après les empreintes foliaires, que deux types d'*Ulmus* : *U. Cocchii* Gaud. aff. *U. americana* L. et *U. Braunii* aff. *U. campestris* L. Nous avons groupé les quatre espèces de *Cinnamomum* dont parle l'abbé BOULAY en une seule espèce *C. polymorphum* Heer aff. *C. pedunculatum* Nees. De même nous avons rattaché l'*A. palæocampestre* Ung., à l'*Acer pseudocampestre* Ung. qui tous deux sont proches de *A. campestre* L. Les *Juglandacées* ont été groupées

autour de *Juglans regia* L., *Carya minor* Sap. et Mar., *J. bilinica* Ung. aff. *J. nigra* L., *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana* Lindl.

Par contre, nous avons trouvé des espèces non signalées par l'abbé BOULAY, ce sont : *Adiantum reniforme* L., *Ginkgo biloba* L., *Pinus rigida* Mill., *Larix* aff. *L. europæa* D.C., *Larix* aff. *L. Griffithii* Hook, *Betula* aff. *B. globispica* Shir., *B.* aff. *B. utilis* Don., *B.* aff. *B. Ermanii* Cham., *B.* aff. *B. Jackii* Seher., *B.* aff. *Delavayi* Franch., *Alnus* aff. *A. nepalensis* Don., *Quercus palæocerris* Sap., *Q.* aff. *Q. michauxii* Nutt., *Populus alba* L., *P. palæomelas* Sap., *P. massiliensis* Sap., *Zelkova crenata* Spach. *Vitis* aff. *V. Thunbergii* S. et Z., *V.* aff. *V. betulifolia* Diels et Gig., *Hedera Helix* L., *Cornus sanguinea* L., *Acer monspessulanum* L., *Tilia mastajana* Mass., *Carya minor* Sap. et Mar., *Platanus aceroides* Goëpp., *Abronia Bronnii* Laur., *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana* Lindl., *Gordonia* sp.

Remarque : Le nombre des espèces de Bouleaux que nous donnons paraîtra, peut-être, à première vue, exagéré, nous croyons au contraire que ce nombre était encore plus grand dans la forêt mio-pliocène, car nous avons dû laisser de côté plusieurs empreintes de fruits que nous n'avons pu déterminer faute de termes de comparaison. Rappelons que toutes ces empreintes de fruits sont de taille et de forme différentes, or au sein d'une même espèce, les fruits sont beaucoup moins polymorphes que les feuilles, et sont, en général bien caractéristiques de l'espèce. Nous montrons plus loin que la flore mio-pliocène ardéchoise est comparable à la flore actuelle du Centre et du Sud de la Chine ; le nombre de huit espèces que nous mentionnons dans notre flore fossile, est encore bien inférieur aux quinze espèces et huit variétés de Bouleaux actuellement connues dans ce pays. Il faut d'ailleurs remarquer que pour les six espèces que nous avons déterminées d'après les écailles et les fruits, nous ne faisons qu'indiquer leur affinité avec telle ou telle espèce vivante, sans prétendre à une identité absolue.

La liste des plantes fossiles que nous avons étudiées se répartit inégalement entre trois gisements. Celui de Rochessaive (Le Ranc et Bouzarin) avec ses 74 espèces est de beaucoup le plus riche, puisque Charay n'en compte que 36 et Pourchères, qui n'a été que partiellement fouillé, 8 seulement. Les gisements des environs de Privas, comme l'indique le tableau ci-après, sont les plus importants de tous les gisements miocènes et pliocènes français étudiés à ce jour.

		Espèces décrites
Flores miocènes :	Rochessaive, Charay, Pourchères	92
	Joursac	72
	La Bourboule	28
	Gourgouras	18
	L'Aubépin	14
	L'Aubrac	21
	Lugarde	19
Flores pliocènes :	Varennes-lac Chambon	47
	Flores de la vallée du Rhône	72
	Niac.	57
	La Mougudo-St-Vincent	57
	Pont de Gail	80
	Ceyssac-le-Crozaz	27
	Perrier	14
	Las Clausades	14

La flore de Charay a une allure un peu différente de celle de Rochessauve. Elle est caractérisée par l'absence, en dehors des genres *Cedrus* et *Callitris*, de tous les autres Conifères, si abondants à Rochessauve. Les espèces subtropicales ne sont représentées que par *Berchemia multinervis* Heer et *Sapindus falcifolius* Al. Br. ; il faut aussi noter l'absence des *Cinnamomum* et de la plupart des autres *Lauracées*, de *Quercus coccifera* L., de *Q. drymeja* Ung., pour ne citer que les plantes particulièrement abondantes à Rochessauve. Par contre, elle a toute une série de Bouleaux et d'Ormes, bien caractérisés par leurs feuilles et surtout par leurs fruits. Le genre *Betula* n'a pas été rencontré à Rochessauve et le genre *Ulmus* n'est représenté, dans ce dernier gisement, que par une seule espèce différente de celles de Charay. Bien que l'abbé BOULAY (1887) signale la présence de *Parrotia persica* C.A. Mey, dans les couches supérieures de Rochessauve, la plupart des échantillons que nous avons étudiés proviennent du tripoli de Charay. Cette espèce, aujourd'hui cantonnée sur le littoral sud et sud-ouest de la Caspienne, devait, au Pliocène, former des peuplements importants, dans les environs immédiats du lac de Charay, car elle est, avec *Carya minor* Sap. et Mar., l'espèce que l'on rencontre sur presque toutes les plaques de tripoli de cette dernière localité.

La flore fossile de Charay n'est certainement pas contemporaine de celle de Rochessauve ; la différence d'altitude, environ 300 m. et la distance, une dizaine de kilomètres, ne suffisent pas pour expliquer les dissemblances des associations végétales de ces deux stations paléobotaniques. Par le nombre réduit des espèces subtropicales, le gisement de Charay paraît plus récent que celui de Rochessauve. Bien que nous ayons affaire à un mélange de formes chaudes et froides, l'ensemble de la flore dénote un climat tempéré-chaud, assez humide. C'est sans doute à une humidité accrue qu'il faut attribuer la présence, à Charay, des *Bouleaux* et l'absence des *Pinacées*. Le développement des feuillus, sur les pentes des Cévennes, relégua, sans doute, les genres *Pinus*, *Larix*, *Abies*, *Picea*, *Sciadopitys*, *Keteleeria*, vers les sommets les plus élevés d'où leurs graines, cônes et aiguilles, ne purent atteindre les eaux du lac. C'est la seule explication logique, car la situation de Charay, plus proche des Cévennes, à une altitude plus élevée que Rochessauve, paraît plus favorable au dépôt des Conifères que cette dernière localité où ils sont cependant abondamment représentés.

Cette humidité plus grande est peut-être en relation avec un éloignement moindre de la mer, qui comme on le sait, devait envahir, au Plaisancien, la vallée du Rhône et la transformer en un fjord ramifié, long de 375 km. qui s'étendait vers le Nord jusqu'à 20 km. au Sud de Lyon. Il est possible que les dépôts de Charay représentent le sommet du Pontien ou l'extrême base du Plaisancien ; la composition de la flore nous autorise à dire que ces dépôts sont plus récents que ceux de Rochessauve, mais elle ne nous permet pas de préciser davantage.

Le gisement de Pourchères n'a été que partiellement fouillé et n'a livré que huit espèces, parmi lesquelles il faut citer : *Ginkgo biloba*, *Platanus aceroides*, *Fagus pliocenica*, espèces que l'on n'a pas retrouvées dans les deux autres gisements des environs de Privas. Par la présence de *Cinnamomum polymorphum*, de plusieurs Conifères, par sa position stratigraphique, en dessous des coulées de basalte, ce gisement doit être sensiblement contemporain de celui de Rochessauve.

CHAPITRE IV

COMPARAISON DE LA FLORE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTQUES DU COIRON AVEC LES FLORES ACTUELLES

Remarque : Bien que les flores de Rochessauve et de Charay ne soient pas strictement contemporaines, nous les considérons, pour plus de commodité et pour éviter les redites, comme faisant un tout, quitte à apporter au moment voulu, certains correctifs pour les conditions climatiques.

Les espèces vivantes identiques ou comparables avec celles des alluvions sous-basaltiques du Coiron, sont actuellement réparties entre quatre régions bien distinctes :

- 1°. — L'Europe tempérée.
- 2°. — La région méditerranéenne.
- 3°. — L'Amérique du Nord.
- 4°. — La Chine, le Japon, l'Indochine, la région subhimalayenne.

Remarque : Dans l'énumération des espèces appartenant à ces différents groupes, nous ne mentionnerons pas celles qui sont cosmopolites, telles que : *Hedera Helix* L., *Ceratophyllum demersum* L. que l'on rencontre actuellement dans l'hémisphère nord, sous la plupart des latitudes.

1. - GROUPE DE L'EUROPE TEMPÉRÉE

A ce groupe appartiennent :

Pteris æningensis, *Larix* aff. *L. europæa*, *Betula subpubescens*, *Quercus hispanica* (*Q. sessiliflora*), *Salix acutissima* (*S. triandra*, *S. fragilis*), *Populus alba*, *P. Tremula*, *Ulmus Braunii* (*U. campestris*), *Cornus* aff. *C. sanguinea*, *Acer pseudocampestre* (*A. campestre*).

Larix europæa D.C. habite les régions montagneuses de l'Europe entre 43° et 50° de latitude nord. Dans les Alpes il s'élève jusqu'aux limites de la végétation forestière : entre 1.000 et 2.300 m. Il lui faut une température moyenne annuelle d'au moins 1° et au plus 8°, il aime les situations abritées des vents secs et âpres.

C'est une espèce très exigeante en lumière et qui craint beaucoup l'humidité atmosphérique, ainsi que la concurrence.

Betula pubescens Ehrh. croît en Europe entre 46° et 71° de latitude nord. Ce sont les bois humides ou tourbeux qui lui conviennent le mieux.

Quercus sessiliflora Sm. habite les collines, les plateaux et les contreforts des montagnes d'Europe entre 44° et 58° de latitude nord, où il recherche de préférence les terrains meubles, silico-argileux.

Salix triandra L. occupe le bord des eaux de l'Europe boréale et moyenne, on le trouve aussi par places dans les régions méditerranéennes et en Algérie.

Salix fragilis L. vit au bord des eaux de toute l'Europe jusqu'en Scandinavie.

Populus alba L. a une aire géographique très étendue puisqu'on le trouve en Europe, en Sibérie, en Afrique du Nord, dans l'Himalaya, le Tibet, l'Altaï ; en Chine dans les provinces du Chan-si du Hou-pé, du Chan-toung, où on le rencontre entre 300 et 1.500 m. Il recherche les terrains frais et fertiles.

Populus Tremula L. est une espèce dont l'aire géographique est aussi des plus étendues, on le trouve en effet, en Europe et en Algérie entre 35° et 71° de latitude nord. Il pénètre en Chine, dans les provinces du Sud, du Centre et du Sud-Est, où il s'élève à des altitudes de 900 à 1.500 m. et forme la variété *adenopoda* Max. On le trouve aussi au Japon : dans Hokkaido (Hakodate), dans Hondo (Tokio, Yokoama...). Il recherche les sols frais, siliceux ou argilo-caillouteux.

Ulmus campestris L. vit en Eurasie, en Afrique du Nord, entre 35° et 65° de latitude nord. Il se plaît particulièrement dans les vallées ou les plaines, soit à l'état isolé ou en bosquets.

Cornus sanguinea L. se trouve dans les sous-bois de l'Europe moyenne et jusqu'en Suède, en Russie et en Asie dans les Monts Altaï.

Acer campestre L. se rencontre dans l'Europe tempérée, l'Afrique du Nord, la Grèce, le Caucase, la Perse, la Sibérie méridionale, la Mongolie entre 36° et 50° de latitude nord, Il se plaît particulièrement sur les sols calcaires, mais prospère aussi sur les sols siliceux des taillis de plaine et de colline.

Les espèces de ce groupe ont, en général, comme on vient de le voir, une aire géographique considérable. Ce sont les espèces susceptibles de s'adapter le plus facilement aux variations climatiques diverses ; encore présentes dans notre flore actuelle, elles ont réagi et se sont adaptées aux changements de climat survenus dans nos régions, vers la fin du Pliocène. Bien qu'elles puissent, comme c'est le cas de *Populus Tremula*, compenser la latitude par l'altitude, qu'elles aient une limite méridionale fixée par le degré de chaleur et de sécheresse qu'elles peuvent supporter et une limite septentrionale où le froid intense arrête leur extension, ces espèces sont celles qui présentent la plus grande amplitude d'adaptation.

La zone où vivent actuellement ces espèces possède un climat variable suivant la latitude, l'altitude, l'orientation, allant du type océanique (Bretagne, Pays de Galles, Irlande, Portugal), au type continental (Pologne, Europe centrale), sans parler du climat froid océanique de l'Ecosse et de la Norvège.

Le tableau suivant (E. de MARTONNE, 1950, I, p. 302), donne quelques indications sur le climat des régions où vivent les espèces dont nous venons de parler.

	Latitude Nord	Altitude	Températures moyennes			Pluie haut. moy. annuelle
			annuelle	maximum mensuelle	minimum mensuelle	
Alger.	36°,48'	20	18°,3	25°,3	11°,9	765
Avignon.	44°	23	14°	23°	4°	
Toulouse.	43°,37'	194	11°,3	19°,9	3°,7	666
Paris.....	48°,50'	50	10°	18°	— 2°,1	527
Valentia (Irlande)	51°,55'	5	10°,5	15°,2	— 7°,1	1422
Berlin..	52°,30'	50	8°,5	18°,1	— 0°,4	580
Prague.	50°,5'	208	8°,8	19°	— 1°,5	443
Varsovie.	52°,18'	121	7°,4	18°,2	— 3°,5	554
Milan.....	45°,28'	50	12°,5	23°,8	0°,2	997
Cracovie.....	50°,4'	220	7°,9	18°,8	— 3°,3	656
Trondhjem (Norvège)	63°,26'	10	4°,7	14°	— 3°,9	907

Remarque : Dans ce tableau, les altitudes sont exprimées en mètres, les températures en degrés centigrades, et les hauteurs de pluie tombée en millimètres.

2. - GROUPE DE LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

A ce groupe appartiennent :

Pinus aff. *P. Laricio* Poir. L'aire géographique de ce Pin s'étend depuis 35° de latitude nord, en Algérie, jusqu'à 48° à Vienne (Autriche). Il possède une aire étendue, mais très morcelée dans les montagnes du pourtour du bassin méditerranéen. Il forme des peuplements dans les régions montagneuses au Nord de la Méditerranée où on le rencontre entre 400-1.000 m. Dans les îles

méditerranéennes, il vit à des altitudes plus grandes : entre 500 et 1.600 m. en Corse, 1.400 et 1.950 m. en Calabre et sur l'Etna, enfin à Chypre, il dépasse 2.000 mètres.

Pinus aff. *P. Pinaster* Sol. L'aire géographique de cette espèce comprend le bassin occidental de la Méditerranée, de la Dalmatie au Portugal, ainsi que le Maroc et l'Algérie. Il a une tendance calcifuge marquée, et s'installe spontanément dans le massif siliceux de l'Estérel, à la place de *Quercus suber* L., détruit par les incendies de forêts. On le rencontre dans le S.O. de la France, où il occupe de grandes étendues. En Corse, il atteint l'altitude de 1.300 m. On le retrouve aussi dans certaines îles de l'Océan, comme à Madère et aux Canaries. Il est plus exigeant en humidité atmosphérique que la plupart des Pins à deux feuilles. La culture a étendu considérablement son aire vers le Nord, en France on le rencontre en Bretagne, en Sologne, dans les Vosges ; dans la région de Brioude il couvre les flancs et le sommet d'une colline d'anatexites qui atteint 600 m. d'altitude. Il supporte des froids assez rigoureux, mais ne peut résister à des températures de — 25°. Les jeunes sujets des plantations des environs de Brioude gèlèrent, lors des grands froids de février 1956 ; ceux de *P. silvestris* résistèrent.

Cedrus atlantica Man. (*C. vivariensis* N. Boul.). Ce Cèdre qui, d'après plusieurs auteurs, n'est qu'une simple variété de *C. Libani* Barr. couvre des étendues considérables en Afrique du Nord où il croît entre 1.500 et 2.000 mètres. Plus robuste que le Cèdre du Liban, il prospère dans les sols arides, même calcaires, il redoute l'humidité atmosphérique et celle du sol.

Abies aff. *A. cephalonica* Loud. Grand arbre habitant les montagnes de la Grèce, celles de l'île de Céphalonie, en particulier, entre 800 et 1.700 m. d'altitude. Il supporte bien le calcaire, mais craint les gelées printanières et les grands froids d'hiver.

Callitris quadrivalvis (Vent.) Rich. (*Tetraclinis articulata* Mast.) (*C. Brongniartii* Endl.). Cet arbrisseau, seule espèce du genre, est commun sur les montagnes d'Afrique du Nord où il forme, avec le Pin d'Alep, des peuplements étendus. Il s'accommode du climat du Sud de la France, mais exige l'orangerie sous le climat parisien.

Carpinus orientalis Lmk. Croît en Italie moyenne et méridionale, en Sicile, en Dalmatie, dans le Caucase, l'Asie mineure. C'est une espèce de plaine et de faible hauteur.

Ostrya carpinifolia Scop. (*O. Atlantidis* Ung.). Cette espèce croît en Corse, en Sicile, en Grèce, en Istrie, en Dalmatie. Ce sont les sols rocheux ou calcaires qui lui conviennent le mieux, elle redoute ceux qui sont trop secs, trop humides ou trop compacts. C'est une espèce robuste qui résiste bien sous le climat parisien.

Quercus Mirbeckii Dur, (*Q. hispanica*). Croît en Algérie et en Tunisie dans les forêts du littoral et jusqu'à 1.400 m. d'altitude. Il affectionne spécialement les sols siliceux.

Quercus Ilex L. L'aire géographique du chêne vert s'étend sur toute l'Europe méridionale et l'Afrique du Nord. Sa limite supérieure oscille entre 700 et 800 m., dans les Alpes de Provence, 600 et 700 m., dans les Cévennes méridionales, dans les Pyrénées il peut vivre jusqu'à 1.000 m. et en Algérie jusqu'à 1.600 m. l'altitude. Il remonte les côtes de l'Océan jusqu'en Bretagne. Il se plaît sur les sols calcaires et sur les sols siliceux de médiocre qualité. Il résiste bien au froid, cependant LAURENT (1930) a constaté que les grands froids de 1929 (—15-24) avaient sérieusement touché ce Chêne, dans la région de Marseille. Notons que *Q. Ilex* var. *phylliraeoides* Franchet, proche de notre Chêne vert, croît dans le Hou-pé et le Yunnan (Chine) entre 1.200 et 2.100 d'altitude.

Quercus coccifera L. Espèce caractéristique des régions méditerranéennes, ce Chêne préfère les sols calcaires et secs de l'Europe méridionale et de l'Afrique du Nord. Il gela partout durant l'hiver de 1929 (LAURENT, 1930), mais rebourgeonna par la suite.

Castanea vesca Gærtn. Originaire des régions méditerranéennes, la culture a fait franchir depuis longtemps au Châtaignier, la limite nord du domaine méditerranéen. On le rencontre dans les montagnes d'Afrique du Nord et jusqu'aux Canaries et à Madère où il a pu être introduit par l'homme. Espèce essentiellement calcifuge il prospère parfaitement sur les sols siliceux des Cévennes méridionales. Il se plaît en particulier sur les alluvions sous-basaltiques du Coiron, surtout si celles-ci sont riches en tripoli.

Zelkova crenata Spach. Cette Ulmacée pousse actuellement dans les forêts montagneuses du N.E. de la Perse, en Géorgie aux environs de Tiflis et sur le littoral de la Mer Noire. Elle recherche les sols frais et le bord des eaux.

Celtis Tournefortii Lmk. (*C. auriculata* N. Boul.). Ce Micocoulier habite le Caucase, l'Arménie, la Grèce, les montagnes de Sicile.

Fraxinus Ornus L. Se trouve à l'état spontané dans le Sud de l'Europe : Espagne, Grèce, Corse, ainsi qu'en Asie mineure, et recherche les sols relativement secs.

Vitis vinifera L. (*V. vivariensis* N. Boul., *V. præviniifera* Sap.). Se rencontre à l'état spontané en Afrique du Nord et surtout, en Arménie, dans le Sud du Caucase et de la Mer Caspienne. Elle est aussi signalée à l'état de liane sauvage dans le Turkestan et le Cachemire, enfin aux îles du Cap Vert, où, cultivée au-dessus de 500 m., elle serait spontanée en certains points.

Parrotia persica C.A. Mey. L'aire géographique de cet arbre est, de nos jours, relativement réduite puisqu'on ne le trouve plus qu'aux altitudes inférieures de la partie du littoral de la Caspienne située au Nord de l'Iran et dans les forêts des Monts Tallych (Transcaucasie), en bordure de la Caspienne. Espèce rustique, elle se contente des sols les plus maigres.

Acer monspessulanum L. Cet Erable croit dans toute la zone méditerranéenne : en Algérie, en Perse, en Macédoine, dans le Liban, le Caucase... En France, il remonte le couloir rhodanien jusqu'au-delà de Lyon où il apparaît au bord occidental de la plaine de la Saône ; contournant le Massif Central par le Sud, il s'avance vers l'Ouest jusqu'au Poitou ; il s'est installé partout où les conditions climatiques étaient voisines de celles du midi méditerranéen. Il recherche les sols rocailloux et secs, exposés au soleil.

Juglans regia L. Cette espèce que la culture a répandue dans les pays de la zone tempérée, occupe, à l'état spontané, une aire géographique très vaste puisqu'on la trouve dans le Sud du Caucase et de la Mer Caspienne, en Perse, dans le N.E. de l'Inde, en Birmanie. En Chine, elle croît entre 1.500 et 2.400 m. dans les provinces du Yunnan, du Sé-tchouan, du Hou-pé, du Kiang-si, du Chan-toung ; au Japon dans les îles de Hondo, Hokkaïdo, Kiou-siou.

Prunus græca Desf. (*P. microdonta* N. Boul.). Habite la Grèce.

Cercis siliquastrum L. Croît spontanément dans l'Europe méridionale méditerranéenne, en Asie occidentale, en Perse et en Afghanistan et ne manifeste aucune préférence pour la nature du sol.

Platanus orientalis L. Habite le S.E. de l'Europe : la Grèce, la Macédoine... On le trouve aussi en Asie mineure où il s'élève jusqu'à 1.600 m. et à Chypre depuis le littoral jusqu'à 1.700 m. Il est encore signalé en Perse et en Afghanistan.

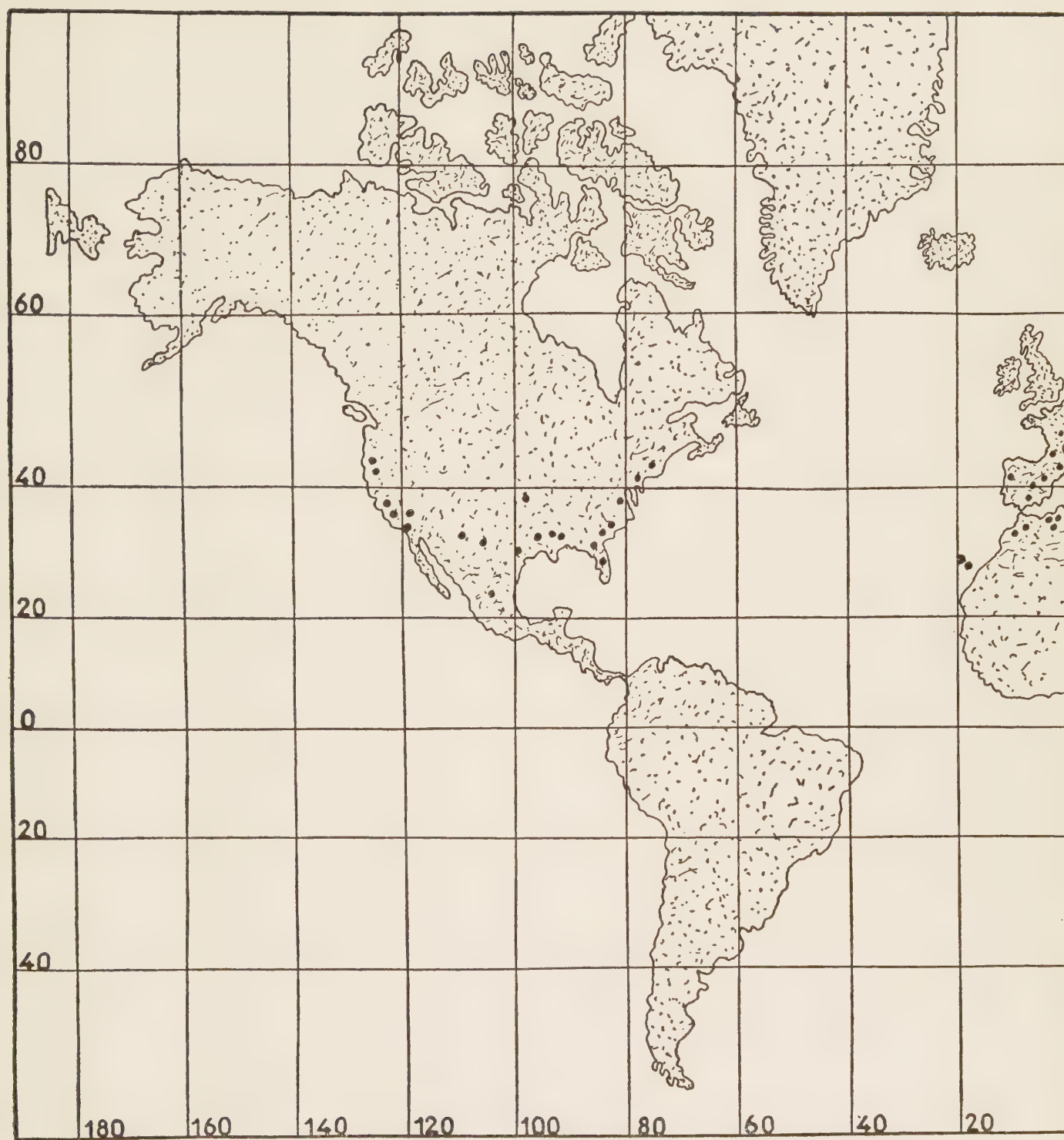
Les plantes appartenant au groupe méditerranéen se développent dans une région où l'hiver est relativement tempéré et pluvieux, l'été chaud et sec avec des températures égales ou même supérieures à celles des pays tropicaux et des sécheresses pouvant durer plusieurs mois. Le type moyen de climat méditerranéen varie évidemment avec l'altitude, la latitude et l'éloignement de la mer. Dans les régions montagneuses les précipitations augmentent : ainsi Nice reçoit annuellement, en moyenne, 857 mm. de pluie, la région côtière de Transcaucasie 1.300 mm., tandis que Marseille n'en reçoit que 548 mm.

La latitude exerce aussi son influence : c'est ainsi que les moyennes thermiques mensuelles d'Alger sont toujours de plusieurs degrés supérieures à celles de Marseille. Avec l'éloignement de la mer, le climat méditerranéen devient plus continental : les hivers sont plus rigoureux, il y a des chutes de neige, des étés très chauds, avec des sécheresses absolues pendant six mois ; c'est le climat des hauts plateaux algériens et de l'Asie mineure.

Le tableau suivant permet de se rendre compte de la température et des précipitations de quelques stations de la zone méditerranéenne (DE MARTONNE, I, 1950, p. 302).

	Latitude Nord	Altitude	Températures moyennes			Haut. moy. des précipitat. annuelles
			Annuelle	Du mois le plus chaud	Du mois le plus froid	
Alger.	36°,48'	20	18°,3	25°,3	11°,9	765
Lisbonne.....	38°,42'	20	15°,3	21°,2	9°,6	726
Marseille.	43°,18'	75	13°,8	22°,3	6°,3	548
Funchal (Madère)	32°,38'	25	18°,3	22°,3	15°,2	684
Madrid..	40°,24'	655	13°,3	24°,3	4°,3	655
Palerme	38°,8'	70	17°,3	24°,8	10°,3	756
Athènes.	37°,58'	107	17°,6	27°,3	8°,6	390
Smyrne	38°,26'	23	17°	26°,8	7°,8	650
Téhéran	35°,41'	1160	16°,5	29°,4	0°,9	251
Batoum.....	41°,40'		14°,6	23°,2	6°,2	2360

Remarque : La colonne n° 2 donne les altitudes en mètres, les températures sont exprimées en degrés centigrades et les hauteurs de pluie tombée en millimètres.



⊙ Flore miocène des environs de Privas.

• Habitat approximatif des plantes vivantes comparables aux espèces fossiles des environs de Pri



3. - GROUPE AMÉRICAIN

Dans ce groupe se classent un certain nombre d'espèces telles que :

Pinus rigida Mill. Habite la région atlantique des U.S.A., du Nouveau Brunswick à la Géorgie. Chétif sur les sols arides, où il abonde, il atteint de belles dimensions dans les sols plus frais.

Sequoia sempervirens Endl. (*S. Langsdorfii* Heer). Ce Conifère occupe une bande étroite, en bordure de l'Océan Pacifique, depuis le Sud-Ouest de l'Oregon, à partir d'une région située à 13 km. environ au Nord de la limite sud de cet état, jusqu'au Comté de Monterey, en Californie. La largeur de cette zone varie, approximativement, de 48 km. dans la partie nord, à 13 km. dans la partie sud. Ce *Sequoia* recouvre les pentes des montagnes qui longent le Pacifique, depuis une altitude voisine du niveau de la mer, jusqu'à une hauteur qui ne dépasse que rarement 900 mètres. Plus délicat que *S. gigantea* (Dcne) Torr., il ne s'adapte que difficilement au climat parisien, les gelées d'hiver endommageant fréquemment les jeunes pousses.

Quercus michauxii Nutt. (*Q. prinus* L.), Croît dans les terrains humides du Texas, de la Floride, du Manitoba et d'après C.A. BROWN (1945, p. 70) est « widely distributed in Louisiana ».

Benzoin æstivale Nees (*Lindera benzoin* L.). Habite le long des rivières, depuis la Floride jusqu'au Canada, en Louisiane, d'après C.A. BROWN (1945, p. 119) il est « widely scattered in the State, but not common ». Assez rustique, cet arbuste résiste bien au climat parisien.

Liquidambar styraciflua L. (*L. europæa* Al. Br.). Se rencontre dans les vallées humides de nombreuses provinces de l'Est des U.S.A., dans le centre et le Sud du Mexique. En Louisiane, il est « Common and widely distributed in all parts of the State » (C.A. BROWN, 1945, p. 123).

Carya tomentosa Nutt. (*C. minor* Sap. et Mar.). Cette Juglandacée est très commune dans tout le Centre, le Nord-Est et le Sud-Est des U.S.A. On la rencontre particulièrement dans les Etats de l'Ontario, du Massachusetts, de l'Illinois, de la Floride, du Texas. C.A. BROWN (1945, p. 48) signale qu'elle est « Widely distributed on the high grounds of central and north Louisiana ».

Ulmus americana L. (*U. Cocchii* Gaud.). Cet Orme habite le Sud-Est, le Nord-Est et le Centre-Ouest des U.S.A., depuis la Floride et le Texas jusqu'au 48° parallèle. En Louisiane il est « Widely distributed over the State most abundant on the alluvial soils » (C.A. BROWN, 1945, p. 93).

Abronia micrantha Choisy (*A. Bronnii* Laur.). Cette plante est cantonnée au Mexique et dans les Etats du Sud-Ouest des U.S.A. : Nouveau-Mexique, Colorado, Wyoming, où elle semble rechercher les rives sableuses des cours d'eau ou même les sols plus secs des pentes dénudées, pourvu qu'ils soient sablonneux.

Alnus tenuifolia Nutt. (*A. Kefersteinii* Ung.). Habite les Etats de Californie, de l'Utah, du Nevada, de l'Idaho, de l'Oregon...

Le climat est évidemment très varié dans un pays aussi vaste que les U.S.A. ; le tableau suivant en donne quelques caractéristiques (DE MARTONNE, 1950, I, p. 263) :

	Latitude Nord	Altitude	Températures moyennes			Haut. moy. annuelle des pluies
			Annuelle	Du mois le plus chaud	Du mois le plus froid	
San Francisco.. .. (Californie)	37°,48'	58	12°,7	15°,2	9°,7	594
Olympia..... (Washington)	47°	11	10°,3	17°,2	3°,7	1384
Omaha.. .. (Nebraska)	41°,16'	340	10°,1	24°,7	— 6°,4	798
Denver	39°,45'	1600	9°,9	22°,1	— 1°,6	363
Pittsburg.. .. (Pennsylvanie)	40°,28'	255	11°,5	23°,7	— 0°,7	930
Nouvelle-Orléans..	29°,58'		20°,6	27°,4	11°,7	1532
Memphis. (Tennessee)	35°		16°	27°	4°,5	
Mexico	19°,27'	2300	15°,5	18°,3	11°,9	588
Sacramento	38°,35'	41	15°,3	22°,4	7°,6	505
Big Sur. (Californie)	36°,30'	90		16°,3	8°,8	965

Remarque : Les altitudes sont exprimées en mètres, les températures en degrés centigrades, et la hauteur des précipitations en millimètres.

4. - GROUPE D'EXTRÊME-ORIENT

(Chine, Japon, Indochine, Himalaya)

C'est le groupe le plus important, puisqu'il comporte 30 espèces sur les 71 que nous avons comparées aux plantes vivantes.

Gingko biloba L. (*G. andiantoides* Ung.). Arbre cultivé près des temples et des cimetières en Chine et au Japon où il est considéré comme plante sacrée. Plusieurs botanistes pensent que *G. bi-*

loba vit encore à l'état spontané dans certaines forêts de la province du Tché-kiang (Chine), mais on ignore encore si les individus rencontrés en pleine forêt sont vraiment spontanés ou s'ils dérivent d'ancêtres cultivés par l'homme.

Larix Griffithii Hook. Habite la région Est de l'Himalaya : Népal, Sikkim, Bhotan où il peut atteindre l'altitude de 3.000 m. On le rencontre aussi dans les provinces du Sud-Ouest de la Chine. Il gèle assez facilement sous le climat parisien.

Arundinaria japonica Sieb. et Zucc. (*Bambusa lugdunensis* Sap.). Ce bambou, originaire du Japon, est très rustique et peut pousser même sur les terrains secs.

Betula Bhojpattra Wall. (*B. ulmifolia* Winkl), (*B. macrophylla*). Habite les montagnes de Hokkaido, Hondo, la Mandchourie, la Corée, dans ce dernier pays, on le trouve en particulier sur les flancs des monts Ouen-San : au-dessus de 600 m.

Betula globispica Shirai. Croît lui aussi dans les montagnes du Japon : à Chichibu, Chuzenji et au pied Sud-Est du Nautoisan à Nikko.

Betula utilis Don. Se rencontre au Cachemire, à Sikkim, dans la région himalayenne entre 2.700 et 4.300 m. On le trouve aussi en Chine centrale et au Japon.

Betula Ermanii Cham. Croît en particulier dans les forêts de Nikko, dans l'île Hondo.

Betula Delavayi Franchet. Se trouve dans le Yunnan associé à divers *Pinus*, à des altitudes voisines de 3.000 mètres.

Betula luminifera Winkler. Ce Bouleau habite le Centre, l'Ouest et le Sud-Ouest de la Chine, dans les provinces du Tché-kiang, Ngan-hoei, Kiang-si, Hou-nan, Hou-pé, Se-tchouan, Si-kang, Kouéi-tchéou, Kouang-si et du Yunnan. D'après W.C. CHENG (1939, p. 121) on le rencontre entre 1.000 et 2.200 mètres, dans les provinces du Se-tchouan et du Si-kang.

Carpinus japonica Bl. (*C. suborientalis* première var.), Croît dans les forêts montagneuses de Hondo (Nikko), de Kiou-siou, de Sikokou.

Carpinus yedoensis Max. (*C. laxiflora* Franch.), (*C. suborientalis* troisième var.). Habite lui aussi le Japon et les provinces chinoises du Sud-Est, en particulier dans le Tché-kiang, près de Chang-Hua, à une altitude de 250-300 mètres.

Carpinus Tartannowii Hance (*C. suborientalis* troisième var.). Se rencontre également en Chine, dans la région de Tohen-Kiou-Tin.

Fagus Engleriana Seem. (*F. pliocenica* Sap.). Est un des éléments essentiels des forêts de l'Ouest du Hou-pé, du Ngan-hoei, du Sé-tchouan, du Yunnan, du Kouéi-tchéou ; on le rencontre à des altitudes comprises entre 1.000 et 2.200 m.

Quercus serrata Thunb. (*Q. drymeja* Ung.). Cette espèce doit probablement présenter plusieurs variétés, car les feuilles des spécimens de ce Chêne, conservées dans les herbiers du Muséum de Paris, présentent parfois, d'un échantillon à l'autre, des dissemblances telles qu'il n'est pas possible de les ranger dans une variété unique. Certains de ces échantillons ont des feuilles très différentes des empreintes de *Q. drymeja* ; par contre celles d'un rameau de l'herbier de Boulay, provenant des provinces chinoises du Kouang-toung et du Kiang-si, sont très voisines de celles du Chêne fossile de Rochessauve. De même, un échantillon de l'herbier du Muséum, originaire de la région de Son-Lo (Nord du Laos), a des feuilles et des glands qui rappellent ceux de *Q. drymeja*. Nous avons constaté que c'est plutôt avec les variétés de *Q. serrata* d'Indochine et du Sud de la Chine que *Q. drymeja* présente le plus d'affinité.

Q. serrata forme des peuplements dans différentes régions de Cochinchine et du Laos, on le trouve, en particulier, sur le plateau de Boloven à 1.400 m. d'altitude ; dans la région de Muong-Sam et dans celle de Son-Lo. D'après Aug. CHEVALIER (in Colani, 1920, p. 67), il n'y aurait qu'une ou deux espèces de *Quercus* habitant les plaines de Cochinchine, la plupart des 50-70 espèces de ce genre se seraient réfugiées sur les montagnes. D'après LE COMTE et H. HUMBERT (1907-1942), 38 espèces de *Quercus* ont été repérées, jusqu'à présent, en Indochine ; ces Chênes montagnards semblent être des restes des flores anciennes et paraissent être en voie d'extinction lente.

En Chine, *Q. serrata* se rencontre dans les provinces du Kouang-toung, du Yunnan, du Kiang-si, du Hou-pé, du Se-tchouan, à des altitudes comprises entre 300 et 1.800 m. D'après W.C. CHENG (1939, p. 127), ce Chêne croît entre 300 et 1.800 mètres d'altitude, au Se-tchouan et au Si-kang oriental. On le trouve aussi au Japon : (Hondo, Kiou-siou, Sikokou), à Formose et dans l'Inde.

Zelkova acuminata Planch. (*Z. serrata* Mak.), (*Z. keaki* Dippel). Cette *Ulmacée* habite les provinces du Ho-nan, du Se-tchouan, du Chan-toung et la Mandchourie, entre 300 et 900 m., on la rencontre aussi au Japon (Hondo, Sikokou) et à Formose.

Eucommia ulmoides Oliver. Cet arbre de 10-20 mètres de haut, aux fleurs d'un rouge vineux, est cultivé près des habitations dans le Centre et le Sud-Ouest de la Chine. Dans une lettre du R.P. FARGES, datée de 1892, lettre qui accompagnait l'envoi, au Muséum de Paris, d'échantillons de cette plante, ce missionnaire rapporte que, d'après la tradition, cette espèce était autrefois spontanée dans les forêts de la sous-préfecture de Tchen-Kéou-Tin et que les livres de médecine chinois la signale comme spontanée dans celles des provinces du Chen-si et du Kan-sou.

Ardisia tetramera Miq. (*A. gallica* N. Boul.). Le genre comprend environ 270 espèces de petits arbres et arbustes, tous cantonnés dans les pays tropicaux. *A. tetramera* croît au Japon, en particulier dans la région de Kaity.

Vitis Thunbergii S. et Z. Cette vigne se rencontre à l'état spontané dans l'île de Hondo, près Tokio et dans la région de Nikko ; dans les îles de Sikokou (Suo), de Kiou-siou et de Riou-kiou. On la trouve aussi à Formose, dans la province du Yunnan où, par 25°40' de latitude nord, elle est à 2.000-2.300 m. d'altitude ; dans la plaine de Tong-tchouan (Yunnan), elle vit dans la brousse au pied des monts à une altitude de 2.500 m. On la connaît aussi au Tonkin, dans la région de Nin-Binh et de Song-Hoa.

Vitis betulifolia Diels et Gig. Habite l'Ouest du Hou-pé et du Sé-tchouan (Chine).

Cornus macrophylla Wall. (*C. distans* N. Boul.). Ce Cornouiller croît au Japon dans les îles de Hokkaido (Siribesi), de Hondo et de Sikokou. En Chine, dans les provinces du Chan-toung, du Hou-nan, du Kiang-sou, du Tché-kiang, du Hou-pé, du Sé-tchouan et du Yunnan, entre 150 et 2.100 m., suivant la latitude.

Acer longipes Franch. (*A. decipiens* Al. Br.). Cet Erable se rencontre en Chine dans les provinces du Se-tchouan, du Hou-pé, du Ngan-hoei, du Chan-si, du Hou-nan, entre 250 et 1.000 m.

Sapindus Mukorossi Gært. (*S. falcifolius* Al. Br.). Habite les provinces chinoises du Kouang-si, du Hou-pé, du Kouang-toung, du Fou-kien, du Tché-kiang, du Kiang-si, à des altitudes de 300 à 600 m. Au Japon, on le trouve dans les îles Bonin, Hondo, Sikokou, il est aussi signalé à Formose et dans le Kamaon (Nord de l'Inde), dans cette dernière région, il atteint des altitudes de 1.500 m.

Sapindus Delavayi Franch. Croît particulièrement dans le Sé-tchouan oriental et le Yunnan à des altitudes de 400 et 2.400 m. D'après W.C. CHENG (1939, p. 142), cet arbre ne se trouve qu'aux basses altitudes au Sé-tchouan.

Berchemia floribunda Brongn. (*B. multinervis* Heer). Cette liane est particulièrement abondante dans le Nord de l'Inde, Népal, Sikkim, entre 900 et 1.500 m., dans le Kamaon entre 600 et 1.800 m., dans le Bengale entre 900 et 1.500 m. d'altitude. En Indochine, au Tonkin, dans la région de Lao-Kay et de Chapa à environ 1.500 m. d'altitude. Dans l'île d'Hainan on la trouve vers 450 m. En Chine, on la rencontre dans toutes les provinces du Sud, du Sud-Est, et du Sud-Ouest; elle remonte vers le Nord jusqu'à la province du Hou-nan.

Tilia leptocarya Rehd. (*T. mastajana* Mass.). Habite les provinces chinoises du Tché-kiang et du Ngan-hoei entre 250 et 1.000 m. d'altitude.

Engelhardtia wallichiana Lindl. Cette espèce caractéristique des régions tropicales, croît au Tonkin entre 600 et 1.500 m., au Laos vers 700 m., dans l'Annam sur les sols argilo-rocheux du Col des Nuages, près Tourane, à une altitude de 1.200 mètres. On la rencontre encore dans l'île de Hainan et en Chine, dans les provinces méridionales entre 400 et 1.000 m. l'altitude. Ce sont les sols sablonneux qui lui conviennent le mieux.

Le genre *Gordonia* comprend une trentaine d'espèces habitant le Sud et le Sud-Ouest de la Chine, vers 1.000-1.200 m. d'altitude, le Tonkin entre 1.300-1.500 m., l'Annam entre 1.400-1.600 mètres, la presque île de Malacca, les Philippines, Ceylan, Java, etc.

Cinnamomum pedunculatum Nees (*C. polymorphum* Heer). Ce Camphrier habite le Japon : îles de Hondo (Yokoama, Yokoska), de Kiou-siou, de Riou-kiou (Okinawa). On le rencontre aussi à Formose, en Chine, dans la province du Kouang-toung, à Hainan, à des altitudes comprises entre 250 et 800 m.; il est un des éléments de la flore du Tonkin et de l'Annam (région de Nha-trang : altitude 1.650 m.).

Cinnamomum camphora Nees. Cet arbuste croît au Japon dans les régions montagneuses des îles Sikokou, de Hondo (Suo), de Kiou-siou. Il est particulièrement abondant à Formose où il forme, avec d'autres Lauracées, de véritables forêts, et dans les provinces chinoises du Kouang-si, Fou-kien, Tché-kiang, Hou-pé, Kiang-si, Sé-tchouan; dans toutes ces régions on le rencontre à des altitudes comprises entre 300 et 600 m. On le trouve aussi au Tonkin, dans la région d'Hanoi où il préfère les sols plutôt légers. Il est cultivé dans la région méditerranéenne où il semble bien acclimaté.

Vaccinium ovatifolium Smith. (*V. acheronticum* Ung.). Est une plante du Japon qui habite l'île Hondo, en particulier les régions de Tsiookaisan (Ugo), de Gassan (Uzen), de Nikko (Smot-suke). La variété *membranaceum* Boiss. se trouve aussi à Hokkaido (Siribesi).

Alnus nepalensis Don. Cet Aulne est un des éléments de la flore des provinces chinoises du Sud-Ouest : Yunnan, Sud du Sé-tchouan et Kouéi-tchéou, où il affectionne le bord des cours d'eau, à des altitudes comprises entre 600 et 1.800 m. On le rencontre aussi dans le Nord de l'Indochine : au Tonkin près de Lao-Kay, à 1.500 m. d'altitude, et au Laos dans la région de Louang-Prabang. Il est aussi signalé dans l'Est du Bengale et dans le Manipour, à 1.000 m. d'altitude.

L'aire géographique des plantes appartenant à ce groupe est très étendue : Nord de l'Indochine, Chine centrale, méridionale et orientale, Japon et région subhimalayenne. Notons que les flores de ces pays ne sont pas encore entièrement connues et que les régions où nous avons signalé la présence de ces plantes ne représentent pas leur aire géographique complète.

Les monographies climatologiques de ces contrées sont malheureusement assez rares, et les données précises sur le climat d'Extrême-Orient n'ont été fournies que depuis une trentaine d'années. A.E. OSMATON (1927) divise, au point de vue climatique, la région de Kamaon, située à l'Ouest du Népal, entre 29° et 31° de latitude nord, en cinq zones.

La première Zone est subhimalayenne et s'étend jusqu'aux collines préhimalayennes. L'été y est très chaud, il y a quelques gelées en Décembre et en Janvier. Les précipitations annuelles varient entre 1.200 mm. et 1.700 mm.

La deuxième Zone s'étend depuis le pied des collines (300-600 mètres) jusque vers 1.200-2.400 mètres d'altitude. L'été y est très chaud, les gelées sont rares et peu importantes en-dessous de 1.500 m. La hauteur de pluie annuelle est considérable, elle oscille entre 1.700 et 3.000 m.

La troisième Zone est située entre le sommet des collines préhimalayennes et la chaîne principale de l'Himalaya. Dans cette région l'été est très chaud dans le fond des vallées, en montagne la température est modérée par l'altitude. La neige apparaît à partir de 1.500 m., précipitations annuelles : 1.000 à 2.000 mm.

La quatrième Zone comprend la chaîne principale de l'Himalaya. Dans cette zone, l'hiver est long et rude. et l'été est doux. Les précipitations sont moins importantes : 250-1.000 mm.

La cinquième Zone se situe en bordure du Thibet et possède un climat très rigoureux et une atmosphère très sèche : les précipitations sont inférieures à 250 mm.

Les quelques plantes comparables à celles que nous avons rencontrées dans la flore fossile des alluvions sous-basaltiques du Coiron, croissent surtout dans les trois premières zones.

Le climat d'Indochine est partout un climat de Mousson, avec une saison pluvieuse et une saison plus sèche. Il varie, évidemment, avec l'altitude, la latitude et l'orientation par rapport à la mer : c'est ainsi que la cordillère annamite est plus chaude et reçoit plus d'eau que le Tonkin et le Haut-Laos où la sécheresse est plus accentuée vers le Nord et plus limitée vers le Sud.

Le climat du Tonkin fait transition entre celui de l'Annam et celui de la Chine méridionale et centrale. Ce dernier pays soumis, lui aussi, à la mousson d'été, a des pluies abondantes de juin à septembre, mais la mousson d'hiver n'empêche pas les précipitations. Le climat chinois est donc humide toute l'année ; il est, de plus, continental, non seulement à l'intérieur des terres, mais même sur la côte. C'est ainsi que Han-kéou, dans le Hou-pé, a sensiblement les mêmes moyennes thermiques que Changhaï. Comme les U.S.A. la Chine connaît aussi des vagues de froid, moins sévères cependant qu'en Amérique.

L'archipel japonais est lui aussi soumis à l'influence des moussons, mais la mousson d'hiver, traversant la mer, est ici, moins sèche qu'en Chine du Nord ; elle donne d'abondantes précipitations sur la côte occidentale où elles se résolvent en neige sur les hauteurs. Les hivers sont assez rigoureux malgré la latitude et la présence d'un courant chaud : le Kouro-Sivo, sur la côte orientale. A Tokio, (latitude de Tanger), la moyenne thermique de janvier est à peu près la même qu'à Paris (2°.9) ; à Hakodate (parallèle de Naples) elle s'abaisse à —2,9. Les précipitations ont lieu en toutes saisons avec un maximum en août-octobre. Les pluies les plus abondantes coïncident avec l'époque de l'année la plus chaude et provoquent une végétation luxuriante d'où ne sont pas exclues les représentants de la flore tropicale, tels que : les Camphriers, certaines Lianes et certaines espèces d'Orchidées.

Les tableaux suivants donnent quelques indications sur le climat de ces différentes régions d'Extrême-Orient (DE MARTONNE, 1950, I, p. 263), (W. SZAFER, 1946, p. 67 et 71), (CHANEY et HU, 1940, p. 95).

	Latitude Nord	Altitude	Moyenne annuelle	Températures moyennes en degrés											
				Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Huế... .. (Annam)	16°,33		24°,6							28,8					19,9
Hanoi	21°,2		23°,6		16,5					28,7					
Hong-Kong..	22°,18		22°		14,3					27,6					
Changhai	31°,12		15°	3,1						26,9					
Tchoung-King.. (Sé-tchouan)	29°,34	239	18°,9	9,2	9,9	14,2	19,7	23,1	25,1	28	29,1	24,4	19,4	14,5	10,2
Tchen-Ton..... (Sé-tchouan)	30°,40	453	16°,8	6,8	7,8	12,5	17,4	21,4	24,2	25,8	25,8	21,6	17,6	13,1	8
Tchang-Tcha.. (Hou-nan)	28°,12	60	17°,7	6,1	7,5	10,5	17	21,7	26,1	30,2	29,9	25	18,9	12,9	6
Tcha-Tché.. ... (Hou-pé)	30°,18	51	16°,3	4,8	5,7	9,6	15,3	21	24,9	27,3	27,8	23	17,8	11,7	6,3
Han-Kéou (Hou-pé)	30°,35	36	17°,4	4,5	5,9	10,2	16,6	21,9	26,5	29,7	29,7	24,8	19,2	12,9	7
Tengyueh	24°,45	1633	15°,2	8	9,7	12,3	15,2	18	19,7	20,6	20,2	19,8	16,9	12,8	8,7
Yunnansen. (Yunnan)	25°,04	1980	16°,7	9,1	10,3	15,5	19,9	21	22,1	22,1	21,3	18,3	17,3	13,3	9,7
Jotschéou (Hou-nan)	29°,24		15°,2	4,8	5,4	8,8	14,6	19,5	23,8	26,2	27,9	21,2	16,1	10,1	4,2
Tokio.....	35°,41	21	13°,8	2,9	3,5	6,7	12,4	16,4	20,5	23,9	25,4	22	15,9	10,2	5,2
Nikko		1270	10°,8	—0,6	—0,2	2,9	9,6	13,5	17,3	21,8	22,7	19,2	12,8	7,5	2,2
Syusan..... (Japon)	35°,09	362	11°,8	0,3	1,4	4,1	10,1	14,6	19,1	23,4	23,8	20,1	14	8,1	2,6
Tajima..... (Japon)	37°,12	560	10°,1	—3	—1,6	1,3	8,8	13,6	18,2	22,7	23,2	19	12,3	6,2	0,1

	Latitude Nord	Altitude	Moyenne annuelle	Moyenne des précipitations (en mm.)											
				Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Hué..... (Annam)	16°,33		2904	174	76	116	51	127	78	72	115	345	596	760	394
Hanoï..... (Tonkin)	21°,2		1776	25	34	49	91	214	264	283	352	267	108	52	30
Hong-Kong. ...	22°,18		2291	25	33	83	138	316	413	403	375	318	133	29	23
Changhai. . . .	31°,12		1109	58	71	84	97	97	180	121	153	142	81	61	24
Tchoung-King. (Sé-tchouan)	29°,34	230	1104	17	20	35	102	141	181	143	131	147	115	50	22
Tchen-Ton..... (Sé-tchouan)	30°,40	458	881	8	11	12	48	56	113	203	253	109	48	15	5
Tchang-Tcha... (Hou-nan)	28°,12	60	1412	45	96	146	155	199	222	121	131	85	89	79	44
Tcha-Tché.. ... (Hou-pé)	30°,18	51	1228	31	42	87	128	134	176	203	162	87	95	64	19
Han-Kéou. (Hou-pé)	30°,35	36	1258	45	49	96	152	166	243	181	97	72	82	48	27
Tengyueh..... (Yunnan)	24°,45	1633	1479	11	29	48	70	128	248	294	283	160	159	36	19
Jotschéou. (Hou-nan)	29°,24		1322	32	73	143	153	152	244	115	115	97	97	110	34
Yunnansen. ... (Yunnan)	25°,04	1980	1040	13	13	14	18	94	155	239	207	136	92	44	15
Tokio.....	35°,41	21	1476	55	75	111	128	150	166	131	109	203	185	109	54
Nikko..... (Hondo)	1270		2285	45	78	105	145	212	243	306	425	409	195	75	47
Syusan..... (Japon)	35°,09	362	1768	87	109	132	137	129	249	192	171	223	164	90	85
Tajima..... (Japon)	37°,12	560	1526	127	106	87	62	107	108	169	133	263	141	109	121

Enfin, un dernier groupe, celui des *Canaries*, ne renferme que *Laurus canariensis* Webb. et *Adiantum reniforme* L., mais le groupe des *Lauracées* devait certainement être plus compact et *Persea indica* Sprang., *Oreodaphne Heeri* Gaud., ainsi que des plantes appartenant à d'autres familles telles : *Ilex canariensis* Webb. et Berth., *Notela excelsa* Webb., *Celastrus gardonensis* Sap. et Mar., rencontrées par M. le Chanoine DEPAPE (1922) dans le Plaisancien de Saint-Marcel (Ardèche), devaient probablement couvrir de leur feuillage toujours vert, le flanc méridional des Cévennes miocènes.

Rappelons que les îles Canaries, de latitude nord comprise entre 27°-29°, ont un climat insulaire très maritime, avec une humidité constante et une température moyenne annuelle de 20°, la moyenne de juillet est de 24° et celle de janvier 18°.

Ainsi la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron présente un curieux mélange d'espèces tempérées, dont certaines, comme *Hedera Helix*, *Ceratophyllum demersum*, se retrouvent d'ailleurs sous presque tous les climats, et d'espèces dont les équivalents actuels sont cantonnés dans les régions tropicales ou subtropicales. LAURENT et MARTY (1923, p. 59) constatent qu'un tel mélange, dans les associations actuelles, caractérise la limite sud des régions botaniques où la diversité des formes l'emporte sur les grands peuplements purs qui caractérisent les régions nettement situées au Nord. Remarquons toutefois, que les fluctuations des limites de deux provinces botaniques ne sont pas seulement fonction de la latitude, elles varient aussi avec l'altitude.

La latitude où l'on rencontre les homologues actuels du plus grand nombre des plantes miocènes de l'Ardèche, représente probablement une telle limite. Leur répartition à ce point de vue est la suivante :

	Nous trouvons :
Entre 15° et 20° de lat. Nord (Annam et Laos central et méridional).	6 espèces
Entre 25° et 30° de lat. Nord (Tonkin et Chine méridionale)	14 espèces
Entre 30° et 35° de lat. Nord (Chine méridionale et Centrale, Basse Californie, Floride, Canaries), S.-E. des U.S.A., Kioussiou, Sikokou.	31 espèces
Entre 35° et 40° de lat. Nord (Afrique du Nord, région méditerranéenne, Nord de la Perse, Sud de la Transcaucasie, Californie sept., Est des U.S.A., Chine sept., Corée, Hondo) . . .	40 espèces
Entre 40° et 45° de lat. Nord (Europe méridionale, Hokkaido) . .	28 espèces
Entre 45° et 50° de lat. Nord (Europe centrale)	12 espèces

Ce tableau nous montre que c'est entre 25° et 40° de latitude nord qu'il faut chercher la zone de végétation qui correspond actuellement à celle qui couvrait le Sud du Massif Central français au Mio-Pliocène. Mais il faut noter que les limites nord et sud de l'aire géographique des

plantes actuelles, comparables à nos espèces fossiles, n'ont pas la rigidité que semblent leur donner les nombres qui expriment ces limites ; ces nombres sont simplement l'énoncé d'une approximation. En fait, nous croyons que c'est entre 25 ° et 30° de latitude nord, que se situe une telle zone. En effet, nous avons dû, d'une part, éliminer, comme non déterminables une bonne dizaine d'empreintes qui, par leur aspect coriace et leur nervation très serrée, visible en quelques points seulement, dénotaient des plantes comparables à celles des régions tropicales, d'autre part, nous n'avons pas eu en mains tous les spécimens de la flore chinoise ; nous n'avons pas trouvé, en particulier, les *Carya*, découverts, il y a quelques années en Chine méridionale, et pour lesquels nos espèces fossiles auraient peut-être montré une affinité plus grande que pour les espèces américaines du même genre.

C'est en effet, en Chine, dans les provinces méridionales et centrales, entre les 35° et 31° parallèles et au Japon entre les trentième et trente-huitième parallèles qu'il faut chercher l'équivalent actuel de la forêt miocène vivaroise. Un des caractères les plus frappants de notre flore fossile est la présence de 30 espèces qui ont leurs homologues vivants en Extrême-Orient ; or ce nombre — bien que pour les raisons que nous avons énumérées ci-dessus, soit un minimum, qu'il faudrait augmenter de 10 à 12 pour qu'il exprime la réalité — nous montre que le groupe des plantes de l'Est asiatique est de beaucoup le plus important dans notre flore fossile. Plusieurs auteurs ont constaté, avant nous, l'affinité des flores du Pliocène inférieur, très proches, quant à leur composition, de celles du Miocène supérieur, avec les flores actuelles japonaises.

C'est LAURENT (1904-05, p. 101) qui, à propos de la flore de la Mougudo, parle des liens multiples qui l'unissent à l'actuelle végétation du Japon. C'est C. REID et E.M. REID (1915, p. 15) qui après avoir étudié les graines fossiles du Pliocène inférieur de Reuver, trouvent à cette flore : « a surprising resemblance to the living flora of the mountains of western China and to its more or less allied geographical provinces : Japan, the Himalaya, Eastern Tibet and the Malay Peninsula ». Et comme dans la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron : « A less close relationship exists with the flora of Europe, the Caucasus and the Mediterranean ; a still remoter with the flora of North America ». Cette ressemblance avec les flores orientales est encore accentuée par : « the curious fact that when the genus lives in both Europe and China, it is often the Chinese or Japanese species that most resembles the Reuverian plant ».

MÆDLER (1939) trouve, lui aussi, que la flore pliocène de Francfort-sur-le-Main, flore qui renferme « tant de reliques miocènes » (loc. cit., p. 176), a une grande affinité avec celles de Chine centrale, de Formose et du Centre de l'île Hondo. SZAFER (1946, p. 142) indique pour les 86 espèces de plantes terrestres de la flore du Pliocène inférieur de Krosienko (Pologne), cinq principaux centres où l'on trouve des plantes vivantes comparables aux empreintes de ce gisement : le Japon moyen (Hondo), les montagnes et les vallées du Sud-Ouest de la Chine, le Sud-Ouest du Caucase, la Transcaucasie, enfin la partie sud des Appalaches aux U.S.A.

M. le Chanoine DEPAPE (1922) a lui aussi distingué dans la flore plaisancienne de Saint-Marcel (Ardèche) : le groupe des plantes comparables à celles de l'Europe tempérée, de la région méditerranéenne, des Canaries, de l'Amérique du Nord et de l'Extrême-Orient. Pour H. CZECHOTTOVA (1951) la flore du Miocène moyen de Zalesce (Pologne) comprend, elle aussi, des éléments :

- 1°. — d'Europe tempérée : 15,22 %.
- 2°. — méditerranéens, balkaniques et himalayens : 50 %.
- 3°. — chinois, japonais, coréens : 21,74 %.
- 4°. — enfin des éléments américains : 13,04 %.

Ainsi dans toutes ces flores, on note une analogie plus ou moins marquée, avec les flores d'Extrême-Orient. Si cette analogie n'avait pas été mise en évidence par les anciens auteurs, en particulier pour les flores miocènes, c'est sans doute, comme le pense SZAFFER (1946), qu'ils manquaient de termes de comparaison provenant de ces contrées. Plus heureux qu'eux, nous avons pu établir que parmi les 67 bonnes espèces de notre flore fossile au moins 45 % (chiffre minimum) avaient leurs homologues en Extrême-Orient.

C'est en effet, en Chine centrale et méridionale que l'on trouve des associations végétales qui rappellent la forêt miocène vivaroise. Le tableau p. 251, nous montre que c'est dans les provinces du Yunnan, du Tché-kiang, du Kouéi-tchéou, du Sé-tchouan, du Hou-pé — provinces qui gravitent soit autour du vingt-cinquième, soit autour du trentième parallèle — que se trouvent de telles associations.

On rencontre aussi dans ces régions, des espèces très proches de celles que nous ont livrées les schistes à Diatomées des environs de Privas ; elles appartiennent aux genres : *Carya*, *Salix*, *Celtis*, *Cercis*, *Liquidambar*, *Castanea*, *Pinus*, *Picea*, *Gordonia*, *Abies*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Platanus*, *Eucommia*. Tous les genres de notre flore fossile, à l'exception de *Sequoia*, *Callitris*, *Cedrus*, *Abronia*, *Parrotia*, se trouvent dans les forêts chinoises, entre les vingt-cinquième et trentième parallèles.

C'est d'ailleurs, sur les flancs de la montagne de Lushan, à quelques kilomètres au Sud de Kiou-kiang (latitude nord 29°30'), dans le Nord du Kiang-si, que CHANEY et HU (1940) situent l'équivalent de la flore miocène de Shanwang. Lushan fait partie d'une chaîne de montagnes qui s'étend en direction du Sud-Ouest sur la rive sud du Yang-tsé. Sur les pentes inférieures, particulièrement sur celles qui sont le plus abruptes, la flore a un caractère subtropical bien marqué, comprenant notamment des *Cinnamomum*. Vers 1.200 m. d'altitude, on rencontre : *Berchemia floribunda*, *Populus Tremula*, var. *Davidiana*, et plusieurs espèces appartenant aux genres : *Ulmus*, *Castanea*, *Celtis*, *Cercis*, *Cornus*, *Juglans*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia*, *Carpinus*, *Salix*, *Ceratophyllum*. Ces auteurs comparent aussi la forêt du Miocène supérieur de Shanwang à l'actuelle végétation de Nikko (Hondo) vers 36°40' de latitude nord. Dans cette région, à une altitude de 893 m. la flore, encore à l'état spontané, comprend notamment les genres : *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Cornus*, *Juglans*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Fagus*, *Abies*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*.

Ils la comparent encore aux forêts de la région des lacs, dans le Massif du Foudji (Hondo), où à une altitude de 900-1.500 m., croissent les genres : *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Cornus*, *Magnolia*, *Populus*, *Salix*, *Ulmus*, *Tilia*, *Berchemia*, *Celtis*, *Ceratophyllum*, *Juglans*, *Zelkova*, *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*.

Le tableau p. 253 indique la répartition, dans les différentes contrées du Japon, des espèces vivantes comparables à celles de la flore fossile du Miocène supérieur de l'Ardèche.

Si, d'après CHANEY et HU (1940), la flore fossile de Shanwang trouve son équivalent actuel dans les forêts du Nord du Kiang-si et dans les montagnes de Hondo, celle des alluvions sous-basaltiques du Coiron qui, grâce à des espèces telles que *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana*, *Ardisia* aff. *A. tetramera*, *Cinnamomum polymorphum*, *Gordonia*, etc., a une allure plus tropicale, doit correspondre à des forêts situées plus au Sud, entre les vingt-cinquième et trentième parallèles, c'est-à-dire aux forêts du Yunnan, du Sé-tchouan, du Kouéi-tchéou et du Sud du Hou-pé.

Aux altitudes inférieures et sur les pentes bien abritées de ces provinces, se rencontre la végétation subtropicale qui, avec les genres *Cinnamomum*, *Engelhardtia*, *Ardisia*, *Berchemia*, *Sapindus*,

		Hondo Lat. 34°-41°40'	Sikoku Lat. 32°40'-34°20'	Kiou-siou Lat. 31°-34°	Riou-kiou Lat. 26°-30°	Tsou-shima Lat. 34°30'	Formose Lat. 21°40'-25°17'	Hokkaido Lat. 41°20'-45°20'
Espèces fossiles	Espèces vivantes							
<i>Cedrus vivariensis</i>	<i>C. Libani</i> var. <i>Deodora</i>	×						
<i>Bambusa lugdunensis</i>	<i>Arundinaria japonica</i>	×						
<i>Carpinus suborientalis</i>	<i>C. japonica</i>	×	×	×				
	<i>C. yedoensis</i>	×						
<i>Betula macrophylla</i>	<i>B. ulmifolia</i>	×	×					×
<i>Betula</i> aff. <i>B. Ermanii</i>	<i>B. Ermanii</i>	×						×
<i>Betula</i> aff. <i>B. globispica</i>	<i>B. globispica</i>	×						
<i>Quercus drymeja</i>	<i>Q. serrata</i>	×	×	×		×		
<i>Quercus Ilex</i>	<i>Q. Ilex</i> var. <i>phylliraeoides</i> .	×		×				
<i>Fagus pliocenica</i>	<i>F. japonica</i>	×						
<i>Cornus distans</i>	<i>C. macrophylla</i>	×	×					×
<i>Populus Tremula</i>	<i>P. Tremula</i> var. <i>villosa</i>	×						×
<i>Ostrya Atlantidis</i>	<i>O. japonica</i>	×						×
<i>Juglans regia</i>	<i>J. regia</i>	×		×				×
<i>Vitis</i> aff. <i>V. Thunbergii</i>	<i>V. Thunbergii</i>	×		×	×		×	
<i>Zelkova acuminata</i>	<i>Z. acuminata</i>	×	×				×	
<i>Cinnamomum polymorphum</i> . ..	<i>C. camphora</i>	×	×		×		×	
<i>Cinnamomum polymorphum</i> . ..	<i>C. pedunculatum</i>	×		×	×			
<i>Sapindus falciifolius</i>	<i>S. Mukorossi</i>	×	×		×			×
<i>Vaccinium acheronticum</i>	<i>V. ovatifolium</i>	×						×

Remarque : les latitudes données pour ces différentes contrées ne sont exactes qu'à 30' près.

Gordonia, représente l'élément le plus chaud de la flore miocène ardéchoise. Au-dessus, entre 1.000 et 2.500 m., c'est le domaine de l'élément tempéré, avec les genres : *Acer*, *Quercus*, *Ulmus*, *Fagus*, *Carya*, *Juglans*, *Cornus*, *Tilia*, *Zelkova*, *Liquidambar*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Vitis*, *Cercis*, *Celtis*, *Fraxinus*. Les genres *Alnus*, *Betula*, *Populus*, croissent à des altitudes un peu plus élevées, tandis que les plus hauts sommets sont couronnés par des *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Larix*, *Tsuga*.

D'après « l'Index Plantarum Japonicum » (MATSUMURA, 1912), croît, à Nikko (Hondo) vers 36°40' de latitude nord et à une altitude de 850 m. une association végétale qui contient un bon nombre d'espèces comparables à celles de notre flore fossile, citons : *Zelkova acuminata*, *Vitis Thunbergii*, *Vaccinium ovatifolium*, *Populus Tremula* var. *villosa* Franchet, *Ostrya japonica*, *Fagus japonica*, *Carpinus japonica*, *Betula Ermanii*, *Betula bhojpattra* (*B. ulmifolia*). On y rencontre, en outre, des espèces proches de celles de notre flore fossile et appartenant aux genres : *Acer*, *Alnus*, *Berchemia*, *Cornus*, *Juglans*, *Magnolia*, *Prunus*, *Quercus*, *Salix*, *Tilia*, *Ulmus*. Les érables, les bouleaux, les charmes, les chênes y sont particulièrement abondants.

Nous trouvons, dans cette station, la plupart des éléments tempérés-chauds, de la flore fossile de Rochessauve et de Charay, mais l'élément subtropical en est exclu.



CHAPITRE V

CONDITIONS CLIMATIQUES SOUS LESQUELLES SE DÉVELOPPAIT LA FLORE FOSSILE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTIQUES DU COIRON

Les espèces identiques ou comparables à celles qui vivaient autrefois en Ardèche sont réparties, comme nous venons de le voir, entre des contrées fort variées.

En résumant ce que nous avons déjà dit du climat de ces divers pays, et en se rapportant aux tableaux qui donnent les températures et les précipitations de quelques stations climatiques prises en divers points, on constate que les régions d'Extrême-Orient reçoivent, dans l'ensemble, une moyenne de 1.000 à 1.500 mm. de pluie, répartie inégalement sur toute l'année, avec maximum de juin à septembre. Les températures moyennes annuelles oscillent entre 15°,2 et 18°,9 pour la Chine, entre 22° et 24°,6 pour les stations d'Indochine et entre 10°,1 et 13°,8 pour celles du Japon, avec des températures moyennes minima toujours au-dessus de 0°, sauf pour les localités de Nikko (Hondo) et de Tajima (Hondo) où elles sont respectivement de —0,6 et de —3.

Le domaine méditerranéen est évidemment plus sec que les régions d'Extrême-Orient ; ici la quantité de pluie annuelle oscille, dans l'ensemble, entre 548 et 765 mm. Téhéran et Athènes ont cependant une hauteur de précipitations moindre, tandis qu'à Batoum elle atteint 2.360 mm. Par contre les écarts des températures moyennes sont moindres et varient entre 13°,3 (Madrid) et 18°,3 (Madère) avec des températures minima moyennes partout au-dessus de 0°.

La Californie jouit d'un climat méditerranéen, à été sec, à hiver tempéré et humide. A San Francisco, le mois le plus chaud (août) a pour moyenne : 15°,2, la moyenne du mois le plus froid (janvier) est de 9°,7 ; l'amplitude thermique y est donc très faible : (5°,5). Sur le versant des montagnes, cette amplitude s'accroît, l'été la température monte jusqu'à 35° et la sécheresse s'accroît, sauf à San Francisco, réputé pour ses brouillards qui couvrent souvent toute la baie.

Le Sud-Est des U.S.A. a un climat presque constamment humide, avec des étés très chauds et des hivers traversés par des vagues de froid, qui font baisser la température au-dessous de 0°, même en Floride, en pleine région de cultures tropicales. A Pittsburg, sur le parallèle de Perpignan, la moyenne de janvier est de —1°,7, celle de juillet 23°,1. L'été très chaud, voit sa chaleur rendue encore plus pénible par l'humidité de l'atmosphère. Le golfe du Mexique est une source de chaleur et d'humidité dont l'influence se fait sentir sur tout le bassin du Mississipi. Les pluies, surtout abondantes en mai et juin, sont réparties sur toute l'année et on ne connaît pas la sécheresse d'été caractéristique du climat méditerranéen et de Californie. L'amplitude des variations de température est assez élevée : à Saint-Louis (Missouri) à une latitude de 38°.37', voisine de celle de Naples, la moyenne de janvier est de —0°,6, celle de juillet : 26°,2.

Pour se faire une idée aussi exacte que possible des conditions climatiques du bas Vivarais au Miocène supérieur, il faut, certes, tenir compte de l'ensemble de la flore, mais il ne faut pas négliger les indications fournies par certaines plantes à aire géographique très limitée et qui exigent, par suite, des conditions climatiques bien déterminées. Parmi les espèces de notre flore fossile appartenant à ce groupe, citons : *Sequoia Langdorffii* (*S. sempervirens*) et *Parrotia persica*.

Sequoia sempervirens, dont l'aire géographique est aujourd'hui limitée à la Californie et au Sud-Ouest de l'Orégon et dont l'extension en altitude ne dépasse que rarement 900 m. exige une humidité constante et une température moyenne au-dessus de 0°. Le fait que cette plante n'est représentée dans la flore fossile de Rochessaue que par un seul rameau et par un bourgeon, indique qu'elle devait vivre à quelque distance du lac miocène, en un lieu jouissant d'une humidité suffisante. Sans former des peuplements comparables à ceux de la côte du Pacifique, cette espèce devait, sans doute, former de petits bosquets semblables à ceux dont parle CHANEY (1925, p. 41) à propos du *Sequoia sempervirens* de Jasper Ridge, au Sud de San Francisco : « The Redwood (*S. sempervirens*) occurs in small groups along the stream opposite the small Canyons made by its tributaries, and in some cases extends up the ravines formed by the tributaries. Although the trees appear to be full grown, none of them is as large as those of the typical redwood forests. Their survival in this valley appears to be due in large part to the « leakage » of Ocean fog over a saddle of the Santa Cruz Range ».

Parrotia persica est aujourd'hui cantonnée sur le littoral de la Caspienne dans les provinces de la Perse septentrionale : Ghilan, Mazanderan, Asterabad et en Transcaucasie, au pied des montagnes du Talych. Cette région jouit de la douceur des climats méditerranéens, mais n'en connaît pas la sécheresse, les précipitations sont abondantes et réparties tout au long de l'année.

L'ensemble de la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron exige un minimum d'humidité et de chaleur. L'association de plantes hydrophyles telles que celles des genres *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Zelkova*, *Populus*, *Fraxinus*, *Carya*, *Parrotia*, *Platanus*, *Engelhardtia*, *Liquidambar*, *Sequoia*, avec des espèces plus xérophiles, telles que *Quercus coccifera*, *Q. Ilex*, *Callitris*, *Cedrus*, *Acer monspessulanum* et les différents *Vitis*, pourrait, à première vue, paraître contradictoire. En fait, la nature du sol joue aussi son rôle, les sols calcaires du Jurassique moyen et supérieur, les grès du Trias, sont des terrains très perméables sur lesquels pouvaient très bien s'installer les espèces ennemies d'une trop grande humidité ; tandis que les *Alnus*, les *Populus* et toutes celles amies des eaux choisissaient les terrains marneux ou bordaient les rives du lac et des cours d'eau.

D'ailleurs, même les plantes les plus hydrophiles de cette association croissent, actuellement, dans des régions où existe une sécheresse d'été moyennement longue. C'est ainsi qu'en Californie, sur

les chaînes côtières du Pacifique, où la sécheresse d'été dure de deux à trois mois on rencontre : *Sequoia sempervirens*, *Alnus tenuifolia*, *Populus tremuloides*, et d'autres espèces appartenant aux genres *Acer*, *Corylus*, *Taxus*, *Abies*, *Platanus*, *Pinus*, *Quercus*, *Salix*, *Prunus*.

R.S. LA MOTTE (1935 a) a montré que la présence de *Sapindus oregonianus* Know., dans le Miocène supérieur de Cerdaville, au Nord-Ouest du Nevada et de la Californie, dénote un climat dont la température moyenne du mois le plus chaud est inférieure à 22° C. et celle du mois le plus froid supérieure à —3° ; dont au moins quatre mois ont une température moyenne supérieure à 10° C. avec une moyenne annuelle de précipitations supérieure à 500 mm. Il pense que ces conditions sont actuellement réalisées dans le Japon méridional et dans la Province du Fou-kien dans le Sud-Est de la Chine. Notons que la flore fossile de Cerdaville partage avec celle du Miocène supérieur de l'Ardèche, plusieurs espèces qui sont rapprochées par LA MOTTE des plantes vivantes telles que : *Ginkgo biloba*, *Fagus longipetiolata*, *Ostrya virginica*, *Sapindus Mukurossi*, *Sequoia sempervirens*. D'autre part, ces deux flores fossiles ont en commun plusieurs espèces appartenant aux genres : *Abies*, *Acer*, *Alnus*, *Carya*, *Castanea*, *Cercis*, *Fraxinus*, *Pinus*, *Platanus*, *Populus*, *Prunus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*. Ces genres représentent 44 % de ceux de notre flore fossile.

La majorité des espèces, de la flore miocène ardéchoise, ont leurs équivalents actuels dans des régions où la température moyenne annuelle, pour la plupart des stations, est comprise entre 15° et 20° avec des maxima moyens inférieurs à 30° et des minima moyens supérieurs à —3° ; d'autre part, les précipitations sont supérieures à 1.000 mm. pour les stations asiatiques et comprises entre 500 et 1.000 mm. pour la plupart de celles des climats méditerranéen, américain et d'Europe tempérée. Notons que les homologues de certaines espèces de notre flore fossile, qui vivent actuellement en Indochine, ne se rencontrent, dans l'ensemble, qu'à des altitudes supérieures à 1.000 m.

Il est logique d'admettre que la température moyenne annuelle de la région du Coiron, lors des premières éruptions volcaniques, au Miocène supérieur oscillait, pour les régions d'altitude minimum, entre 15° et 20° C., n'excluant pas quelques rares gelées et des baisses de température pouvant aller jusqu'à 1 ou 2° en-dessous de 0°. Les précipitations, sans qu'il nous soit possible de préciser davantage, devaient être de l'ordre de 600 à 1.500 mm. de moyenne annuelle.

De telles conditions climatiques sont aujourd'hui réalisées dans les provinces chinoises du Yunnan, du Sé-tchouan, du Hou-pé, du Hou-nan, du Kouéi-tchéou. La station de Yunnan-sen, dans le Yunnan (latitude 25°03', altitude 1.980 m.), dont la température moyenne annuelle est de 16°,7 et la moyenne annuelle des précipitations 1.040 mm. présente des conditions climatiques probablement voisines de celles qui régnaient sur le versant sud des Cévennes au moment où s'épanouissait la flore fossile des environs de Privas.

Avec des précipitations vraisemblablement moindres, le climat miocène du Sud de l'Ardèche est encore comparable à celui des hauts plateaux subhimalayens ou indochinois. C'est ainsi que sur le plateau de Lang-Biang, en Annam, province de Phan-Rang, à 1.500-1.600 m. d'altitude, le thermomètre ne descend guère au-dessous de 0° et ne dépasse pas 29° ; la quantité d'eau est considérable, les jours de pluie sont nombreux. De même à Darieling, ville d'été des Européens, au pied de l'Himalaya, vers 27° de latitude nord et à 2.255 m. d'altitude, la moyenne annuelle est de 11°,05, la moyenne de juillet, le mois le plus chaud, est de 16°,4, celle de janvier, le mois le plus froid, 4°,5. La végétation à Darjeling a de grandes analogies avec celle des régions méditerranéennes et de Chine centrale.

C'est dans les régions de l'Est asiatique, entre 25° et 30° de latitude nord, que se situent les associations végétales qui rappellent celles de notre flore fossile. C'est là qu'il faut aller, pour re-

trouver ces limites des provinces botaniques dont parlent LAURENT et MARTY (1923, p. 59), limites qui ont lieu non seulement en latitude, mais dont les fluctuations s'étagent en altitude, depuis la flore tropicale du fond des Cañons jusqu'à la flore tempérée-froide des sommets les plus élevés, en passant, vers 1.000-1.500 m., par l'association où les espèces tropicales sont mélangées à celles des climats tempérés-chauds.

Une végétation dense, semblable à celle qui couvre le flanc des montagnes siliceuses, calcaires ou volcaniques, des provinces du Yunnan, du Sé-tchouan, du Hou-pé (Chine), ou de la région de Nikko (Hondo), devait, au Miocène supérieur, s'épanouir sur le versant méridional des Cévennes.

Les pentes douces de la vallée dans laquelle s'allongeait le lac de barrage miocène de Roches-sauve, étaient recouvertes par les espèces tropicales telles que les *Engelhardtia*, les *Ardisia*, les *Sapindus*, les *Gordonia*, les *Cinnamomum* et les autres *Lauracées*, tandis que, non loin des rives les eaux étaient envahies par *Ceratophyllum demersum*, et que le rivage proprement dit était occupé par les nombreux *Phragmites* et les *Bambous*. Plus haut, *Quercus drymeja*, associé à *Acer decipiens*, *Tilia mastajana*, *Cercis siliquastrum*, *Celtis auriculata*, occupaient les pentes entre 500 et 1.000 m. Au-dessus de 1.000 m. et jusque vers 1.500 m., c'était le domaine de la zone forestière où voisinaient les différentes variétés de *Quercus hispanica* ainsi que *Carya minor*, *Fagus pliocenica*, *Acer pseudocampestre*, *Juglans regia*, *Ulmus Braunii*, *Zelkova acuminata*, *Z. crenata*, *Castanea vesca*, *Prunus microdonta*. Les rivières étaient bordées par les *Alnus*, les *Populus*, les *Salix* et les vallées fraîches étaient ombragées par les *Platanus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Ostrya*, *Fraxinus Ornus*, *Prunus microdonta*.

Sur les coteaux calcaires, perméables et bien ensoleillés s'enracinaient *Quercus coccifera*, *Q. Ilex*, *Acer monspessulanum*.

Les sous-bois, aux altitudes moyennes, étaient occupés par les *Cornus*, les *Ilex*, tandis que *Berchemia multinervis*, les différents *Vitis*, *Hedera Helix*, allaient à l'assaut des troncs et ajoutaient encore à l'ombrage qui couvrait le tapis végétal où s'épanouissaient des Mousses et des Fougères telles que *Pteris ceningensis*, *Adiantum reniforme*. Les Conifères et les Bouleaux couvraient de leur sombre feuillage les plus hauts sommets, cependant que *Sequoia Langsdorfii*, *Ginkgo biloba* se trouvaient à des altitudes moindres où accédaient facilement les brumes qui s'élevaient des rivières et des différents lacs de barrage de la région, et que, *Callitris Brongniartii*, fuyant les cimes plus froides s'était établi sur les versants ensoleillés.

Favorisées par une humidité constante, les différentes essences s'étageaient suivant leurs exigences climatiques, et formaient au Miocène supérieur, une forêt touffue, depuis les plus basses altitudes jusqu'aux volcans de la région du Mézenc et du Gerbier des Joncs. Non soumise à la destruction de l'homme, cette forêt, où vivaient les Rhinocéros, les Antilopes, les Hipparions, les ancêtres de nos sangliers, les *Machairodus*, les Cerfs, etc..., contrastait singulièrement avec la maigre végétation qui couvre les pentes abruptes cristallines, ou les coteaux calcaires de l'actuel Vivarais.

CHAPITRE VI

COMPARAISON DE LA FLORE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTIQUES DU COIRON AVEC LES FLORES TERTIAIRES

Pour comparer des flores fossiles entre elles, on peut se placer soit au point de vue purement botanique, soit au point de vue stratigraphique. Dans le premier cas on recherche les espèces communes aux deux flores que l'on compare, on établit les similitudes et les dissemblances de la végétation sans faire intervenir les facteurs évolutifs et géographiques. Dans le deuxième cas, il faut tenir compte de la valeur stratigraphique des espèces et de la situation géographique des flores que l'on compare.

Nous devons tout d'abord, pour établir les pourcentages des espèces communes sur des bases plus solides, éliminer outre les Fougères et les Champignons, un certain nombre d'espèces qui sont établies d'après des échantillons peu nombreux et quelquefois peu caractéristiques. De ce nombre, citons : les trois espèces d'*Ilex*, *Vaccinium acheronticum*, *Hedera Helix*, *Vitis præviniifera*, *Cornus distans* aff. *C. sericea*, *Quercus michauxii*, *Juglans bilinea*, *Viburnum rugosum*, *Laurus primum*, *Ceratophyllum demersum*, *Quercus palæocerris*. A ces plantes, il convient d'ajouter les trois espèces de Bouleaux établies d'après des empreintes de fruits, qui bien que plus caractéristiques que les feuilles, ne se prêtent pas aux comparaisons, car elles n'ont été que très rarement signalées dans les gisements de plantes fossiles. Il nous reste encore une bonne soixantaine d'espèces suffisamment caractérisées pour se prêter aux comparaisons.

1°. — Comparaison avec les flores éocènes.

La flore que nous étudions n'a que des relations très lointaines avec les flores éocènes de Sézanne (Marne), de Menat (1) (Puy-de-Dôme), et de Brives près Le Puy (Haute-Loire). Seules *Cinnamomum polymorphum* et *Sequoia Langsdorfii* se trouvent à Menat en même temps qu'à Roches-sauve.

(1) L. PITON (1940) range le gisement de Menat (Puy-de-Dôme), dans le Lutétien, tandis que LAURENT (1912), le place dans le Sannoisien. J. ARÈNE et G. DEPAPÉ (1956, p. 33), contestent les arguments relatifs à la flore, donnés par L. PITON et préfèrent s'en tenir aux conclusions adoptées par LAURENT. Une nouvelle étude de la flore fossile de Menat, étude basée sur des documents plus abondants que ceux utilisés par LAURENT et PITON, serait nécessaire pour trancher la question.

2°. — Comparaison avec les flores oligocènes.

Les flores sannoisiennes de Ronzon près Le Puy (Haute-Loire) et de Celas (Gard) n'ont pratiquement pas d'espèces communes avec la flore des environs de Privas. Par contre, les flores stampiennes du Sud-Est de la France : d'Aix, de Marseille, de Saint-Zacharie, de Manosque, de Bois d'Asson, de Bonnieux renferment un nombre respectable d'espèces comparables à celles de notre flore fossile.

Le tableau des pages 261, 262, fait ressortir les relations de la flore fossile du Coiron avec les flores stampiennes ci-dessus énumérées, les flores aquitaniennes françaises, d'Europe occidentale et centrale, ainsi qu'avec les flores miocènes et pliocènes des mêmes régions.

Ce tableau nous montre que 26 espèces, soit 37 % de la flore fossile des environs de Privas, formaient une association importante au sein de la végétation stampienne des bassins de Manosque, Apt, Aix et Marseille. Qu'une proportion sensiblement identique se retrouve dans les flores aquitaniennes de la région d'Armissan, près Narbonne (Aude), tandis que la flore aquitaniennne de Gergovie (Puy-de-Dôme), qui s'est maintenue semblable à elle-même jusqu'au Burdigalien, n'a que six espèces communes avec la flore fossile ardéchoise, et que la flore oligocène de Sotzka (Styrie) ne partage que sept espèces avec la flore miocène du Vivarais.

Notons que la flore fossile du Coiron est plus étroitement apparentée avec les flores stampiennes et aquitaniennes du Sud et du Sud-Est de la France qu'avec les flores oligocènes d'Auvergne. Il est probable que la végétation qui, au Stampien et à l'Aquitanienn, s'accrochait aux flancs des collines marno-calcaires de l'Ardèche, avait plus d'affinité avec les flores de la France méridionale d'alors, qu'avec celles qui, à la même époque, couvraient le centre du Massif Central.

Le nombre des espèces communes aux flores du Miocène inférieur et moyen et à notre flore fossile s'accroît sensiblement : c'est ainsi qu'à Bilin (Bohême), à Radoboj (Croatie), nous en trouvons respectivement : 19 et 13 ; à Klinec, à Cernosice, à Nesuchyne (Tchécoslovaquie) : 7, auxquelles on pourrait ajouter deux ou trois espèces affines, sur les 20 que comprennent ces dernières florules. La florule d'Erdöbénye (Hongrie), sur la trentaine d'espèces qu'elle renferme, en possède 3 affines et 16 identiques à celles de la flore fossile du Coiron ; 7 sur les 10 espèces de la florule tortonienne de Theben-Neudorf, près de Presburg (Slovaquie), se retrouvent dans notre flore fossile.

L'affinité de la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron est encore plus marquée avec les flores du Miocène supérieur. Le nombre des espèces comparables à celles de la flore miocène ardéchoise est de : 21 à Sinigaglia (Italie), 24 à Joursac (Cantal), 11 sur 28 à La Bourboule (Puy-de-Dôme), 14 sur 22 en Aubrac, 12 sur 18 à Gourgouras (Ardèche). Les flores du Miocène supérieur de Silésie et d'Europe centrale sont aussi très proches de celle que nous étudions. Celle de Schossnitz (Silésie), possède au moins 18 espèces que l'on retrouve dans notre flore fossile. Les flores miocènes de Vienne (Autriche), de Gleichenberg (Styrie), ont aussi un nombre respectable d'espèces communes avec la flore fossile des environs de Privas, tandis que celles du Miocène supérieur d'Ehningen et de Schrotzburg (Suisse), en partagent 16 sur la quarantaine d'espèces que comprennent ces flores récemment revues par R. HANTKE (1954).

La proportion des espèces de la flore fossile du Coiron, que l'on retrouve dans les flores fossiles du Pliocène inférieur, se maintient encore très élevée. Les gisements de cette période étant très nombreux, nous ne pouvons les comparer tous individuellement avec la flore que nous étudions, nous les avons donc groupés par régions. Un des groupes les plus importants est constitué par les divers gisements des cinérites du Cantal, qui, à la Mougudo, à Saint-Vincent, à Niac, à Las Clausades, à Capels ont livré de nombreuses empreintes étudiées soit par LAURENT (1904-05, 1908), soit par

	Oligocène	Miocène	Pliocène
	Stampien	Aquitanien	Inferieur Moyen Supérieur
<i>Zelkova Ungerii</i>	X		
<i>Zelkova crenata</i>			
<i>Ulmus Braunii</i>		X X	
<i>Ulmus Cockii</i>		X	
<i>Celtis auriculata</i>		X X X	
<i>Benzoin antiquum</i>		X X	
<i>Laurus canariensis</i> ..		X	
<i>Cinnamomum polymorphum</i>	X X		
<i>Abronia Bronnii</i>			
<i>Frazerinus Ornus</i>			
<i>Ardisia gallica</i>			
<i>Ardisia paucinervis</i>			
<i>Vitis teutonica</i>			
<i>Vitis betulifolia</i>			
<i>Vitis Thunbergii</i>			
<i>Cornus macrophylla</i>			
<i>Cornus sanguinea</i>			
<i>Parrotia persica</i>			
<i>Acer monspessulanum</i>			
<i>Acer pseudocampestre</i> ..			
<i>Acer decipiens</i>			
<i>Sapindus talcifolius</i>			
<i>Sapindus biliniacus</i>			
<i>Berchemia multinervis</i>			
<i>Tilia mastajana</i>	X		
<i>Engelhardtia aff. E. wallichiana</i>	X		
<i>Carya minor</i>			
<i>Juglans regia</i>			
<i>Prunus microdonia</i>			
<i>Magnolia Dianae</i>	X		
<i>Platanus aceroides</i>			
<i>Cercis siliquastrum</i>			
<i>Ceratophyllum demersum</i>			

**Espèces miocènes
des
environs de Privas**

MARTY, 1904, 1905). Ces flores partagent 18 espèces avec celle des environs de Privas, tandis que celle de Varennes-lac Chambon (Puy-de-Dôme) en partage 16.

Les deux gisements du Pliocène inférieur de Reuver (Limbourg hollandais) et de Francfort-sur-le Main, ont respectivement 9 et 13 espèces que l'on retrouve dans la flore fossile du Coiron. Il y a lieu de remarquer que la flore de Francfort est surtout constituée par des empreintes de fruits qui se prêtent peu aux comparaisons avec les flores à empreintes foliaires, cependant, plusieurs graines, telles que celles des genres *Magnolia* et *Engelhardtia*, semblent appartenir aux mêmes espèces que celles de Rochessauve.

Si la végétation rhénane avait, au Pliocène inférieur, des traits communs avec celle du Miocène supérieur de l'Ardèche, celle de Podgumer près Sofia (Bulgarie) présentait aussi une grande affinité avec notre flore fossile. Nous relevons, en effet, dans le gisement bulgare, pas moins de 21 espèces que l'on retrouve soit à Rochessauve, soit à Charay. D'autre part, deux ou trois espèces de Podgumer semblent être voisines de certaines empreintes de la flore des environs de Privas, mais sont trop fragmentaires pour leur être comparées utilement. Notons enfin que dans la flore de Podgumer, comme dans celle de Rochessauve, les Conifères sont en proportion beaucoup plus élevée que dans la plupart des flores du Pliocène inférieur d'Europe.

Enfin un dernier groupe de gisements plaisanciens, étudiés par M. le Chanoine DEPAPE (1922) est celui de la vallée du Rhône. Le plus important d'entre eux, celui de Saint-Marcel d'Ardèche, n'est situé qu'à une quarantaine de kilomètres au Sud des gisements de Rochessauve et de Charay ; sa flore nous indique, au moins partiellement, ce qu'est devenue au Plaisancien la végétation qui, au Miocène supérieur, couvrait le versant méridional des Cévennes. Parmi les bonnes espèces de la vallée du Rhône, déterminées d'après des documents nombreux et bien caractéristiques, 23 se retrouvent dans la flore fossile des environs de Privas. Remarquons que parmi ces 23 espèces, une seule provient du gisement de Théziers (Gard), les 22 autres ont été exhumées des marnes plaisanciennes de Saint-Marcel d'Ardèche, dont la flore fossile ne renferme, d'après le tableau donné par M. le Chanoine DEPAPE (1922, p. 214), que 44 bonnes espèces, nombre qui se ramène à 42 si l'on enlève *Q. Mirbeckii* et *Q. lusitanica* réunis à *Q. hispanica*. Aux 22 espèces communes à Saint-Marcel et aux gisements que nous venons d'étudier, on pourrait ajouter : *Phragmites ceningensis*, que nous avons simplement signalé comme espèce documentaire à Rochessauve ; d'autre part, il est possible que le *Pinus* section *tæda*, représenté à Saint-Marcel par des aiguilles groupées par trois, ne soit pas différent du *Pinus* aff. *P. rigida*, représenté à Rochessauve par plusieurs graines ; nous aurions donc 24 espèces du Pontien des environs de Privas que l'on retrouve, dans le Plaisancien de Saint-Marcel. Il est toutefois probable que la plupart des espèces de ce dernier gisement, sinon toutes, existaient déjà, en Ardèche, à la fin du Miocène. Aux plantes que nous venons de citer, il faudrait ajouter les empreintes d'aspect coriace que nous n'avons pu déterminer et qui se rattachent vraisemblablement aux *Lauracées*, un des groupes les plus importants de la flore de Saint-Marcel.

Un caractère qui distingue nettement la flore fossile des environs de Privas de celle de Saint-Marcel, est l'abondance des Conifères, en particulier des *Pinacées*, dans la première de ces flores, tandis que dans la deuxième, cette dernière famille n'est représentée que par une seule espèce du genre *Pinus*.

D'autre part, l'importance des Bouleaux, à Charay, jointe à celle des Conifères, donne à notre flore miocène un cachet beaucoup plus montagnard qu'à celle de Saint-Marcel, d'ailleurs l'absence dans cette dernière station du genre *Vitis*, qui aime les coteaux secs, ensoleillés et qui fuit l'humidité trop grande et, d'autre part, la présence d'espèces canariennes plus nombreuses, donnent au contraire à cette flore plaisancienne, un caractère plus maritime que continental.

Avec les flores du Pliocène moyen de Meximieux (Ain), du Villafranchien de Perrier (Puy-de-Dôme) et de Ceyssac-le-Crozas, près Le Puy (Haute-Loire), la proportion des espèces communes diminue sensiblement, bien que la flore de Perrier partage encore 7 espèces sur 14 avec celles des alluvions sous-basaltiques du Coiron.

Nous n'avons comparé, jusqu'ici, la flore pontienne ardéchoise qu'avec les flores fossiles d'Europe, car celles situées sur d'autres continents présentent, par suite de leur éloignement et de leur dissemblance, un intérêt moindre. Il faut cependant faire une exception pour la flore du Miocène supérieur de Shanwang (Nord-Est du Chan-toung, Chine). Cette flore possède, en effet 19 espèces sur 79 comparables à celle de notre flore fossile. Citons parmi ces dernières : *Ceratophyllum demersum*, *Betula macrophylla*, *B.* aff. *B. luminifera*, *Quercus drymeja* (*Q. miovariabilis*), *Castanea vesca* (*C. miomollissima*), *Celtis auriculata* (*C. miobungeana*), *Populus glandulifera*, *Liquidambar europæa* (*L. miosinica*), *Zelkova acuminata*, (*Z. Ungerii*), *Z. crenata*, *Cornus distans* aff. *C. macrophylla* (*C. megaphylla*), *C. sanguinea* (*C. miowalteri*), *Acer decipiens* (*A. florinii*), *Berchemia multinervis* (*B. miofloribunda*), *Carya minor* (*C. miocathayensis*), *Juglans bilinica* (*J. miocathayensis*), *J. regia* (*J. shanwangensis*), *Cercis siliquastrum* (*C. miochinensis*), *Parrotia persica* ex parte (*Fothergilla viburnifolia*).

Ainsi, près de 25 % de la flore du Miocène supérieur du Nord-Est du Chan-toung est représentée par des espèces très voisines de celles de la flore ardéchoise placée sur le même horizon géologique. Il est intéressant de noter qu'à la fin du Miocène, le versant méridional des Cévennes était couvert d'une végétation ayant une grande affinité avec celle qui se trouvait, à la même époque, au Nord-Est de la Chine. Cette affinité aurait été sans doute encore plus marquée si les schistes à Diatomées de Shanwang avaient livré des empreintes de Conifères dont l'absence « may be due to their occurrence on slopes so far above the sites of deposition that their foliage and seeds could not readily enter the sedimentary record » (CHANEY et HU, 1940, p. 99).

Bien que nous ne fassions pas de rapprochement entre notre flore fossile et les flores fossiles américaines, nous tenons cependant à signaler que la flore du Miocène supérieur de Cerdaville, au Nord-Ouest du Nevada, et au Nord-Est de la Californie, vers 41°30' de latitude nord, a plusieurs espèces affines avec celles de la flore que nous avons étudiée. Citons : *Sequoia Langsdorfii*, *Ginkgo adiantoides* (*G. biloba*), *Sapindus oregonianus* (*S. Mukorosi*, *S. falcifolius*), *Populus lindgreni* (*P. Tremula*), *Carya egregia* (*C. minor*), *Alnus carpinoides* (*A. Kefersteinii* aff. *A. tenuifolia*), *Ostrya oregoniana* (*O. Atlantidis*), *Fagus washoensis*, (*F. pliocenica*), d'autres appartiennent aux genres *Acer*, *Platanus*, *Fraxinus*, *Castanea*, *Quercus*, *Cercis*, *Prunus*, *Tilia*, *Abies*, *Pinus*, *Ulmus*, genres que nous retrouvons dans la flore fossile des environs de Privas.

Les forêts du Miocène supérieur de l'Ouest des U.S.A., comme d'ailleurs celles du Chan-toung chinois, sans être identiques à la végétation qui s'accrochait aux pentes calcaires ou siliceuses de l'Ardèche miocène, avaient des liens de parenté bien plus marqués que ceux qui existent entre les diverses flores actuelles de ces contrées.

En résumé, la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron, à peine représentée par deux ou trois espèces dans l'Eocène, prend largement ses sources dans l'Oligocène moyen et supérieur où le groupe des *Bétulacées* et des *Salicacées* ont une importance de premier ordre. Au Miocène inférieur viennent s'ajouter la famille des *Juglandacées*, au Miocène moyen celles des *Acéracées* et des *Cupulifères*. Toutes ces familles voient leur importance s'accroître au Miocène supérieur et au Pliocène inférieur, pour diminuer brusquement au Villafranchien.

CHAPITRE VII

AGE DE LA FLORE FOSSILE DU COIRON

Pratiquement, nous n'avons pas à rechercher l'âge de la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron, puisqu'on trouve, dans le tripoli du Combier, commune d'Alissas, à un niveau stratigraphique équivalent à celui du tripoli supérieur du Ranc, des espèces qui appartiennent à la faune pontienne d'Aubignas. Il n'en est pas moins intéressant de rechercher sur quel horizon la placerait la Paléontologie végétale livrée à ses seuls moyens d'investigation. Rappelons que HEER (1861, p. 117) après l'examen de quelques plantes recueillies à Bouzarin (Rochessauve) par DUMAS DE SOMMIÈRES, avait conclu : « à l'origine incontestablement miocène de ce gisement ».

L'âge d'une flore tertiaire découle d'un ensemble d'observations sur ses aptitudes climatiques, sa composition, le pourcentage des espèces conservées actuellement sous d'autres climats, ses rapports avec les flores datées par des faunes et occupant des positions géographiques sensiblement identiques.

Remarquons d'abord que la composition d'une flore dépend de certains facteurs tels que la latitude, l'altitude, l'exposition, le degré d'humidité, la nature du sol... De plus, pour une flore fossile, elle dépend encore de la position et de la nature du bassin de sédimentation où se sont déposées les plantes fossiles. C'est ainsi qu'un gisement situé, au moment du dépôt de la flore, loin des sommets montagneux, n'aura que peu d'espèces altitudinales, alors que tel autre, contemporain du premier placé près de ceux-ci, verra la proportion de telles espèces augmenter sensiblement. Des eaux agitées se prêteront mal à la conservation des plantes dont les organes seront plus ou moins brisés par le courant, seuls les plus résistants, tels que les graines et les fruits, pourront être déterminables ; la flore fossile, déposée dans de telles conditions, aura une composition un peu différente de sa contemporaine ensevelie en eau calme.

Par suite, deux flores fossiles du même âge pourront différer considérablement si les conditions géographiques et climatiques qui présidaient à leur dépôt étaient totalement distinctes.

Il n'existe pas dans les flores mio-pliocènes, de plantes fossiles caractéristiques d'un niveau géologique déterminé ; mais c'est un fait, constaté par tous les Paléobotanistes, que les flores tertiaires d'Europe, surtout à partir du Miocène, s'appauvrissent graduellement en espèces tropicales ; ces dernières sont progressivement remplacées par des espèces tempérées dont la plupart forment encore le fond principal de la végétation actuelle de nos régions.

Pour une latitude donnée, plus la proportion de types tropicaux et chauds sera grande, plus la flore fossile sera ancienne. Réciproquement, plus la proportion d'espèces encore indigènes dans la région du gisement sera élevée, plus la flore sera récente. Mais, outre la proportion des formes tropicales, il faut tenir compte de la latitude où croissent actuellement les espèces homologues de celles de la flore fossile disparues des régions tempérées. C'est ainsi que LAURENT et MARTY (1923, p. 68) notent que les éléments constitutifs des flores fossiles vivent actuellement :

- à 30°-40° de latitude plus au Sud, pour les *flores éocènes*.
- à 25° environ pour les *flores stampiennes* du bassin de Marseille.
- à 17°-20° pour celles du *Miocène*, époque où la végétation méditerranéenne remontait jusqu'à Dantzig à 54° de latitude nord.
- à 15° environ pour les *flores plaisanciennes*.
- à 10° pour celles du *Pliocène moyen* d'Italie.
- à 6° enfin, pour la *végétation villafranchienne*.

Pour établir l'âge des flores tertiaires plusieurs auteurs, notamment LAURENT et MARTY, font intervenir le nombre de ce qu'ils appellent des espèces éteintes. Nous ne parlerons pas de telles espèces, car la plupart des formes miocènes ont leur équivalent dans les flores actuelles vivant sous un autre climat. D'ailleurs certains auteurs inscrivent une même espèce à la fois dans la liste des espèces éteintes et dans celle des espèces émigrées ; à ce propos, MARTY et L. GLANGEAUD (1936, p. 41, notent « qu'une espèce paléontologique peut fort bien être représentée, et l'est souvent, par une forme vivante qui en est manifestement issue, mais sans que les liens entre les deux formes soient aussi étroits qu'entre linéon et jordanon ».

Classer une plante parmi les espèces éteintes est donc affaire d'interprétation personnelle, et par suite, est d'une valeur douteuse au point de vue stratigraphique ; il vaut mieux, croyons-nous, ranger les espèces en deux groupes :

- 1° Celles qui sont encore indigènes dans la région de la flore fossile.
- 2° Celles qui ont disparu de cette contrée.

L'âge de la flore se déduira donc de la constatation d'un fait et non plus d'une appréciation, dans laquelle le coefficient individuel joue inévitablement un rôle susceptible de fausser les conclusions.

Nous avons vu que la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron partage avec :

— les flores stampiennes et aquitaniennes du Sud et du Sud-Est de la France :	} 44 % de ses espèces
— les flores du Miocène inférieur d'Europe centrale :	} 45 %.
— les flores du Miocène moyen d'Europe centrale :	} 55 %.
— les flores du Miocène supérieur d'Auvergne, d'Europe centrale, d'Italie, de Suisse, de Shantung (Chine) :	} 67 %.
— les flores plaisanciennes de la vallée du Rhône, d'Auvergne, de Reuver, de Podgumer, de Francfort-sur-le-Main, du val d'Arno :	} 62 %.
— les flores villafranchiennes :	} 27 %.

Il faut bien se garder d'attribuer aux nombres qui expriment ces pourcentages une valeur absolue, car ils dépendent, pour une part, du nombre de gisements que l'on compare, et d'autre part, de leur richesse en espèces fossiles. Pour que ces pourcentages traduisent une réalité, il faut que le nombre total d'espèces soit sensiblement le même pour chacun des étages géologiques, dans ces conditions, ils donneront une idée exacte de l'âge de la flore fossile. Mais il est bien évident qu'on arriverait à des conclusions erronées si l'on comparait notre flore fossile, d'une part avec un groupe de flores oligocènes qui totaliseraient par exemple 200 espèces et, d'autre part, à un groupe de flores miocènes qui n'atteindraient que 30 espèces. Ces pourcentages donnent de précieuses indications mais l'allure générale et l'affinité de l'ensemble d'une flore fossile sont, croyons-nous, des caractères encore plus importants que l'apparente rigueur des nombres qui mesurent les proportions des flores fossiles entre elles.

Par contre, le pourcentage des espèces fossiles, encore présentes dans la flore spontanée de la zone tempérée, et celui des espèces que l'on rencontre sous d'autres climats sont plus probants, car ici le coefficient personnel n'entre pas en jeu : il s'agit d'une question de fait et non d'interprétation.

Parmi les formes qui se sont maintenues dans la région de Privas, on peut citer : *Pteris ænigensis*, *Larix* aff. *L. europæa*, *Betula subpubescens* (*B. pubescens*), *Quercus hispanica* (*Q. sessiliflora*), *Q. Ilex*, *Castanea vesca*, *Salix acutissima* (*S. triandra*), *Populus alba*, *P. Tremula*, *Ulmus Braunii*, (*U. campestris*), *Ceratophyllum demersum*, *Vitis vinifera*, *Cornus sanguinea*, *Hedera Helix*, *Acer monspessulanum*, *A. pseudocampestre* (*A. campestre*), *Juglans regia* : 17 espèces sur un total d'au moins 88, soit environ 19 %. Remarquons que l'on pourrait ajouter à ce groupe certaines espèces méditerranéennes, telles que *Quercus coccifera*, *Fraxinus Ornus*, car Privas est à la limite de la végétation méditerranéenne. Les pourcentages seraient alors de 20 % pour les espèces encore indigènes dans le Sud de l'Ardèche et 80 % pour celles qui ont disparu de ces mêmes régions. Notons, toutefois, que le pourcentage des espèces disparues de la région de Privas est certainement supérieur à 80 %, car nous avons dû éliminer un bon nombre d'empreintes de plantes subtropicales indéterminables, soit parce que leur aspect coriace ne permettait pas d'observer leur nervation, soit parce qu'elles étaient trop fragmentaires.

Dans la flore plaisancienne de Saint-Marcel-d'Ardèche (DEPAPE, 1922) nous trouvons, parmi les plantes de la flore actuelle de cette région : *Phragmites ænigensis*, *Polygonatum pliocenicum*, *Salix alba*, *Populus Tremula*, *P. alba*, *P. nigra*, *Alnus viridis*, *A. glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Fagus silvatica*, *Quercus sessiliflora*, *Q. Ilex*, *Castanea vesca*, *Juglans regia*, *Ulmus campestris*, *U. effusa*, *Buxus sempervirens*, *Pirus communis*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer monspessulanum*, *Cornus sanguinea* : soit 21 espèces sur un total de 71, ce qui représente 29 % de cette flore fossile, il reste donc 71 % des espèces qui ne sont plus représentées dans la flore actuelle de l'Ardèche.

Dans les diverses flores pontiennes et plaisanciennes du Massif Central, les pourcentages des espèces fossiles disparues de cette contrée sont les suivants :

Flores plaisanciennes	{	Las Clausades	56 %
		Saint-Vincent	57 %
		Niac	64 %
		La Mougudo	65 %
		Saint-Marcel	71 %

Flores du Miocène supérieur	{	La Bourboule	72 %
		Joursac	76 %
		Gourgouras	76 %
		Environs de Privas	81 %

Les nombres qui expriment les pourcentages des espèces qui ne sont plus indigènes à La Bourboule (Puy-de-Dôme) et à Joursac (Cantal) sont légèrement différents de tous ceux que donnent MARTY et L. GLANGEAUD (1936, p. 44), car au lieu de compter les espèces éteintes, difficiles à apprécier, nous avons simplement fait intervenir celles qui ne sont plus à l'état spontané dans la région; nous trouvons d'ailleurs, comme MARTY, un pourcentage plus élevé à Joursac qu'à La Bourboule. Remarquons que la flore de Saint-Marcel, bien que plaisancienne, présente un pourcentage voisin de celui de la flore de La Bourboule qui est plus ancienne, ce qui s'explique très facilement en remarquant que Saint-Marcel est à 62 mètres d'altitude et à environ 44°,30' de latitude nord.

Nous avons indiqué, d'autre part, que c'est entre 25° et 30° de latitude nord que se trouve actuellement l'équivalent de la flore fossile du Coiron, c'est-à-dire à une latitude de 15 à 20° inférieure à celle des gisements qui ont livré cette flore. Comme l'ont montré LAURENT et MARTY (1923, p. 68), ce recul, en latitude, correspond à une flore miocène.

En résumé, par son affinité avec les flores actuelles situées entre le vingt-cinquième et le trentième degré de latitude nord, par ses pourcentages d'espèces n'habitant plus la région de Privas, par ses analogies avec les flores fossiles du Miocène supérieur, la flore fossile des alluvions sous-basaltiques du Coiron doit être rangée sur le même horizon que ces dernières.

MARTY (1903) et nous-même (1953 et 1954) avons montré que les flores du Miocène supérieur de Joursac (Cantal), de l'Aubépin et de Gourgouras (région du Mézenc), dénotaient, par la maigreur de leur feuillage, un climat plutôt sec. Par contre, la flore des alluvions sous-basaltiques du Coiron, par les espèces qui la composent et l'ampleur de leur feuillage, indique un climat plus humide; les précipitations plus abondantes témoignent d'un éloignement moindre de la mer. Nous savons qu'au Tortonien, la mer remontait la vallée du Rhône jusqu'au-delà de Lyon, dans la région de Nantua. Au Pontien, cette mer se retire jusqu'au Sud de la Méditerranée actuelle, pour envahir à nouveau, au Plaisancien, la vallée du Rhône. Nous avons vu que la flore de Charay se situe au sommet du Miocène supérieur ou à l'extrême base du Plaisancien et dénote un climat plus humide que celui sous lequel se développait celle de Rochessauve, humidité liée sans doute à un rapprochement de la mer. D'autre part, comme l'on rencontre des Mammifères miocènes tels que *Sus major* Gerv., *Tragocerus amaltheus* Wagn., dans le tripoli du Combier, commune d'Alissas, à un niveau stratigraphique plus élevé que celui de la flore de Rochessauve, qui comme nous l'avons indiqué a un pourcentage d'espèces non indigènes supérieur à celui des flores du Miocène supérieur d'Auvergne, nous pensons que le dépôt des schistes à Diatomées du Ranc et de Bouzarin (Rochessauve), se situe à la base du Miocène supérieur, à une époque où la mer se retirait et n'avait pas encore atteint son repli maximum.

CHAPITRE VIII

REMARQUES SUR QUELQUES ESPÈCES PALÉONTOLOGIQUES DE LA FLORE MIOCÈNE DU COIRON ET SUR LEUR DESCENDANCE HYPOTHÉTIQUE ACTUELLE

Une espèce en Paléobotanique ne correspond pas nécessairement à une espèce linnéenne. Le Paléobotaniste ne dispose, le plus souvent, que d'organes foliaires, de fruits ou de graines, quelquefois plus ou moins fragmentaires, il doit avec ce matériel imparfait, classer le mieux possible les restes de plantes que lui ont livrés ces herbiers fossiles que sont : les schistes à Diatomées, les cinérites, les marnes, les argiles, etc...

L'espèce, en Paléobotanique, basée uniquement sur des empreintes foliaires est, par suite, fluctuante et, en partie, affaire d'appréciation personnelle. Il est, en effet, souvent difficile dans un même genre, de saisir des caractères vraiment spécifiques, au sein d'organes très polymorphes. Mais de ce qu'une empreinte a reçu un nom nouveau, parce qu'il est impossible de l'identifier à une forme vivante, il ne faut pas conclure qu'elle est très éloignée des organes similaires de la flore actuelle, et cela est d'autant plus vrai que la plante fossile appartient à un horizon géologique plus récent.

Faut-il déduire de là que toutes les espèces de la flore fossile du Coiron sont identiques à des espèces vivantes ? Nous ne saurions affirmer pareille chose, pour la raison bien simple que les éléments dont nous disposons ne nous permettent pas de répondre, dans l'ensemble, à une pareille question ; on peut tout au plus, dans la plupart des cas, indiquer une affinité plus ou moins marquée avec telle ou telle espèce actuelle. Cependant, si l'on dispose d'une série d'empreintes dans laquelle on retrouve tous les caractères propres à une espèce vivante, et au sein de laquelle on peut saisir l'ensemble des variations foliaires, plus ou moins importantes suivant le cas, on peut alors identifier cette série avec l'espèce vivante. C'est ce que nous avons fait pour *Parrotia persica*, *Acer monspessulanum*, *Quercus Ilex*. *Q. coccifera*, *Populus Tremula*, etc...

Est-il possible de voir dans une espèce fossile un phylum d'où dérivent plusieurs espèces actuelles ? Quelques auteurs admettent que des espèces vivantes descendent d'un ancêtre commun mio-

cène ou simplement pliocène. Parmi eux, on peut citer DE SAPORTA qui, comme le fait remarquer LAURENT (1904-05, p. 78) cherchait la confirmation des hypothèses évolutives dans les flores du passé et avait été amené, par suite, à multiplier les espèces. Pour DE SAPORTA (1873, p. 38), *Quercus antecedens* Sap., du Stampien d'Aix, qu'il assimile à *Q. mediterranea* Ung., du Miocène d'Europe centrale, est l'ancêtre commun de *Q. Ilex* et de *Q. coccifera* : « dont il représente la souche originelle d'où nos divers Chênes verts se seraient successivement détachés, rien de plus naturel que de retrouver en lui une sorte de synthèse des traits aujourd'hui épars chez ses descendants, qui de leur côté, peuvent en s'hybridant mutuellement, reconstituer en partie la physionomie propre de leur ancêtre commun ». Le même auteur (loc. cit., p. 37) affirme que *Q. antecedens* ne se distingue, de la plupart des feuilles de *Q. Ilex* et de *Q. coccifera*, que par sa base atténuée en coin. Or, dans la nature actuelle, les feuilles de *Q. Ilex* dont la base est atténuée en coin ne sont pas rares. On ne voit vraiment pas sur quels caractères se baser pour distinguer *Q. antecedens* de *Q. Ilex* ; d'ailleurs, d'après DE SAPORTA lui-même « on demeure surpris d'observer autant d'analogie entre des végétaux séparés par un aussi long espace de temps ». Il est fort probable que *Q. antecedens* Sap. est tout simplement une empreinte foliaire de *Q. Ilex*. Les feuilles des espèces vivantes de *Q. Ilex* et de *Q. coccifera* ont plusieurs caractères communs ; on peut d'ailleurs noter la même chose pour *Q. sessiliflora* et *Q. pedunculata*, et bien souvent ces traits communs sont encore accentués par des hybridations. Ces caractères communs ne permettent pas de conclure que chacun de ces deux groupes de Chênes ait un même ancêtre. D'autre part, *Q. mediterranea* Ung. peut-il être considéré comme un ancêtre commun à nos deux Chênes verts actuels ? En fait, on a baptisé *Q. mediterranea* des empreintes dont les unes se rattachent à *Q. Ilex* et les autres à *Q. coccifera* ; l'espèce fossile, ainsi comprise, présente donc des caractères de l'un et de l'autre de ces deux Chênes vivants, d'où, pour certains auteurs, la conclusion, erronée selon nous, qu'elle est leur ancêtre commun.

Pour MARTY et GLANGEAUD L. (1936, p. 36) « *Fagus pliocenica* Sap. est l'ancêtre commun et synthétique de *F. silvatica* d'Europe, *F. orientalis* de Perse et *F. sieboldi* du Japon, car dans les gisements pontiens et plaisanciens où il abonde, on trouve une gamme de feuilles, variables comme contour, comme nombre de nervures, etc... mais dont les formes s'enchaînent les unes aux autres sans hiatus, d'une façon si nuancée, si continue, que toute coupure serait arbitraire. On doit donc admettre qu'aux confins du Miocène et du Pliocène existait une espèce linnéenne (ou lineon) de Hêtre dont les types foliaires d'abord réunis sur un même arbre, se sont ensuite disjointes en espèces jordanienues (ou jordanons) ».

La forme et le contour des feuilles sont, en effet, très variables au sein d'une même espèce de *Fagus*, mais le nombre des nervures secondaires l'est beaucoup moins : 7-9 paires chez *F. silvatica*, 8-11 paires chez *F. orientalis* Lipsky, 7-11 paires chez *F. sieboldi* Endl. Il est bien évident que certaines formes foliaires de ces trois Hêtres pourront être voisines, mais on ne saurait conclure de cette constatation que *F. pliocenica* est l'ancêtre commun de ces trois *Fagus*. Tout d'abord les feuilles de *F. pliocenica* possèdent 10-13 paires de nervures secondaires, nombre supérieur dans l'ensemble à celui que l'on rencontre chez chacun des trois Hêtres précités. D'autre part, *F. pliocenica* et *F. silvatica* ont coexisté dès le Pontien, on les rencontre tous les deux à Joursac et MARTY lui-même (1903, p. 33), affirme que *F. silvatica* est l'espèce la plus répandue à Joursac. Dans le Plaisancien de Saint-Marcel d'Ardeche, on trouve aussi des empreintes que M. le Chanoine DEPAPE (1922) rattache à *F. orientalis* et des faines identiques à celles de *F. silvatica*. Dans le Plaisancien de Reuver, LAURENT et MARTY (1923, p. 35) signalent des feuilles de Hêtre qui « par aucun caractère essentiel ne peuvent se séparer de notre *F. silvatica* actuel. D'autre part, dans le même gisement Mr. et Mrs REID (1915) ont découvert des cupules qu'ils rapprochent de celles de *F. ferruginea* Ait. (*F. gran-*

difolia Ehrh.) ; ici encore, deux Hêtres dont le deuxième a des feuilles voisines de celles de *F. pliocenica*.

NATHORST (1883) décrit et figure toute une série d'empreintes foliaires du Pliocène de Mogi (Japon), qu'il attribue à *F. ferruginea* Ait. *fossilis* Nath. Ces feuilles, par leur forme et le nombre des nervures secondaires ressemblent étonnamment à notre *F. pliocenica* ; c'est d'ailleurs à cette dernière espèce que DE SAPORTA (1884, p. 88) rattache le Hêtre fossile du Japon. A l'époque où écrivait NATHORST, *F. sieboldi* Endl. (*F. crenata* Blume) était probablement le seul Hêtre connu au Japon ; cependant NATHORST avait noté que des feuilles reçues de Fuji-no-Yama, présentaient 11-12 paires de nervures secondaires et croyait, avec raison, que « la forme de Fuji-no-Yama, était une descendante de *F. ferruginea fossilis* ».

Il existe actuellement au Japon, deux Hêtres : *F. crenata* Blume (*F. sieboldi* Endl., *F. silvatica* var. *sieboldi* Maxim.) qui possèdent 7-11 paires de nervures secondaires et *F. japonica* Maxim. dont les feuilles ont 10-14 paires de nervures secondaires. Si, en 1883, cette dernière espèce de Hêtre avait été connue, NATHORST aurait sans doute dénommé les empreintes fossiles de Mogi : *F. japonica fossilis*. Rappelons qu'en Chine croissent, de nos jours, trois espèces de Hêtres : *F. Engleriana* Seem., que nous avons rapproché de *F. pliocenica*, et dont les feuilles ont 11-13 paires de nervures secondaires se recourbant, près de la marge, *F. longipetiolata* Seem., dont les feuilles légèrement denticulées ont 10-12 paires de nervures secondaires aboutissant directement aux dents, enfin *F. lucida* Rehder et Wilson est signalé par W.C. CHENG (1939, p. 125) dans les forêts du Sé-tchouan, mais nous n'avons pas observé, au Muséum, d'échantillons de cette espèce.

Ainsi, dès le Pontien, et pendant tout le Pliocène, on rencontre dans les gisements d'Europe, et en particulier dans ceux du Massif Central, deux sortes de *Fagus* dont l'un est à rapprocher de *F. silvatica*, et le deuxième des Hêtres tels que *F. Engleriana*, *F. grandifolia* Ehrh., *F. longipetiolata* Seem., *F. japonica* Maxim. On ne voit pas comment les trois Hêtres dont parle MARTY peuvent avoir pour ancêtre commun *F. pliocenica* puisqu'aujourd'hui on rencontre, en Amérique et en Eurasie, quatre ou cinq *Fagus* dont les feuilles ont des caractères communs avec l'espèce fossile. Nous croyons au contraire que, au lieu d'être issu de *F. pliocenica*, notre *F. silvatica* vivait, dès le Pontien, côte à côte avec ce dernier, comme les divers *Fagus* chinois ou japonais actuels ; *F. pliocenica* a disparu de notre flore, tandis que *F. silvatica* s'est maintenu dans nos régions.

On a découvert dans le Plaisancien de Reuver (Hollande), d'une part des strobiles de *Liquidambar* que Mr. et Mrs REID (1915) rapprochent de *L. orientalis* Mill. et, d'autre part, des feuilles rappelant celles de *Liquidambar styraciflua* L. A ce propos, LAURENT (LAURENT et MARTY, 1923, p. 43), se demande si l'on n'a pas « affaire à un type paléontologique intermédiaire, ou tout au moins contenant les deux types en puissance ».

Ici encore la Paléontologie nous montre que dès l'Eocène du Groenland, des U.S.A., en passant par l'Oligocène du Wyoming, de Green River, le Miocène de nombreuses localités des U.S.A. (Tipton, Oregon, Latah, Eagle-Creek, Mascall...), on rencontre des formes de *Liquidambar* voisines de *L. styraciflua*. On peut faire des constatations analogues dans les divers gisements d'Europe. CHANEY et HU (1940) signalent *Liquidambar miosinica* dans le Miocène supérieur de Shanwang (Chine), ils le rapprochent de *L. formosana* Hance, tandis que FLORIN (1920) décrit et figure *L. europæa* découvert dans le Pliocène du Japon, il le rapproche de *L. styraciflua*.

Il est dès lors difficile d'admettre que de l'espèce pliocène de Reuver ait pu se détacher, par disjonction, les différentes espèces de *Liquidambar* actuels, puisque bien avant le Pliocène, ils étaient déjà présents dans leurs aires respectives. M. le Chanoine DEPAPE (1951, p. 89), dans une

étude récente, a d'ailleurs montré que les caractères foliaires distinctifs des différentes espèces vivantes de *Liquidambar* n'avaient rien d'absolu et que l'affinité est étroite entre les types actuels.

Ailleurs, LAURENT (LAURENT et MARTY, 1923, p. 61) fait remarquer que : « la gamme des variations morphologiques que l'on observe dans les genres *Quercus*, *Carpinus*, *Populus*, *Salix*, *Alnus*, *Liquidambar*, ne se retrouvent pas dans une espèce unique de la nature actuelle. Il faut s'adresser à des types multiples et le plus souvent à aires disjointes actuellement... ces fossiles sont comme des entités géologiques synthétiques ».

Ce que constate LAURENT se reproduit exactement dans la nature actuelle. Supposons que les feuilles de quelques-unes des 70 espèces chinoises du genre *Erable* ou de la quarantaine de *Quercus* actuellement connus en Indochine, soient ensevelies dans les sédiments actuels d'un lac, et qu'elles soient exhumées, en bon état, quelques millions d'années plus tard : on aurait une gamme de variations foliaires qui dépasseraient évidemment les variations que l'on rencontre au sein d'une même espèce. De même les feuilles des Hêtres chinois, *Fagus Engleriana* et *F. longipetiolata*, présentent des variations qui, dans les cas limites, se superposent.

Si les variations foliaires des genres précités, du Miocène et du Pliocène ne se retrouvent pas dans une même espèce de la nature actuelle, c'est probablement parce qu'elles appartiennent à plusieurs espèces dont les variations foliaires, dans les cas limites, s'enchaînent les unes aux autres. Ce que l'on ne retrouve pas dans notre flore appauvrie pouvait très bien exister dans la végétation luxuriante et très riche en espèces de ces périodes géologiques.

Nous avons dit que nous considérions, après REROLLE, MARTY, M. le Chanoine DEPAPE, *Quercus hispanica* Rer. comme une espèce synthétique, mais nous n'entendons pas par espèce synthétique un linéon d'où seraient issus : *Q. sessiliflora*, *Q. Mirbeckii*, *Q. lusitanica*. Pour nous, l'espèce synthétique, basée sur la morphologie foliaire, est celle qui réunit plusieurs formes pouvant appartenir à des espèces différentes, que l'on groupe sous un même nom parce qu'il est impossible de saisir sur des organes foliaires très polymorphes, des caractères vraiment spécifiques permettant de les classer dans des espèces différentes.

En conclusion de son étude sur la végétation stampienne de Manosque, SAPORTA (1891, p. 82), note que : l'amplitude des variations dont les formes stampiennes donnent la mesure, dans leur passage de l'ordre ancien à l'ordre actuel, ne dépasse généralement pas la valeur différentielle des caractères qui constituent la sous-espèce, ou plus rarement l'espèce linnéenne ; c'est-à-dire que si nous rendions à la vie ces formes ancestrales ou bien elles se distingueraient à peine de leurs dérivées actuelles, ou bien elles viendraient, sans effort, se ranger auprès de celles-ci dans la même section ».

Ainsi DE SAPORTA, pour qui l'évolution des formes végétales était une réalité indiscutable, reconnaît que les variations entre la végétation stampienne et actuelle sont minimales. Que *Quercus Ilex* et *Q. coccifera*, *Fagus sieboldi*, *F. orientalis* et *F. silvatica* ; *Liquidambar orientalis* et *L. styraciflua*, aient, chacun, dans leur groupe, un ancêtre commun, est une hypothèse que la paléontologie végétale ne permet pas de vérifier. C'est d'ailleurs l'opinion de F. NÈMEJC (1949, p. 71) qui fait remarquer à propos des différentes espèces de *Zelkova* que « at present it is impossible to ascertain whether both mentioned types of leaves belong to only one intermediary oligo-miocene species, which at the end of miocene time gave rise to both mentioned recent species, or whether these species were already developed as independent types in the Oligocene and Miocène, taking part side by side, in the same plant association ».

DEUXIÈME PARTIE

PALYNOLOGIE

par F. FIRTION



DESCRIPTION DES POLLENS OBSERVÉS

L'examen pollinique a porté sur sept échantillons :

- Diatomite de Pourchères.
- Diatomite de Charay (un échantillon de teinte claire, prélevé au milieu de la couche, l'autre de teinte foncée, prélevé vers le sommet de la couche).
- Diatomite de Rochessauve.
- Argile ligniteuse de Montredon (près Mirabel).
- Argile ligniteuse de Mirabel.
- Lignite de Charay (sommet de la couche fossilifère).

Les prélèvements de Montredon et de Mirabel se sont montrés stériles (1).

Les sédiments analysés furent soumis à l'action de HF afin de séparer les matériaux silicatés de la substance organique. Cette dernière fit ensuite l'objet d'un traitement suivant le procédé de chloration-acétolyse. Les pollens, bien conservés dans l'ensemble, sont relativement abondants.

L'examen pollinique a permis de déterminer les genres suivants :

Pinus type *silvestris* (Pl. V, fig. 1, 3 ; Pl. VII, fig. 2). Les caractères sont ceux de *Pinus silvestris*, mais ce type englobe vraisemblablement des espèces différentes du Pin sylvestre par suite de la diversité de taille des pollens.

Pinus haploxylon. Les pollens se reconnaissent au mode d'attache particulier des ballonnets.

Keteleeria (?) (Pl. V, fig. 5, 6). L'allure générale rappelle les Pins, mais les dimensions sont plus élevées, voisines de celles du Sapin.

(1) L'argile ligniteuse de Mirabel et de Montredon appartient à des alluvions fluviales sous-basaltiques, tandis que les Diatomites précitées et le lignite de Charay sont d'origine lacustre.

Abies (Pl. V, fig. 4, 7 ; Pl. VI, fig. 1-4). Le corps du pollen comporte un peigne bien développé, pouvant même s'hypertrophier. Les ballonnets volumineux s'ornent d'un réseau à grandes mailles polygonales.

Picea (Pl. VI, fig. 5, 6). Les éléments polliniques de ce type sont rares. Le peigne est réduit et les ballonnets plus intimement soudés au corps portent une réticulation à mailles étroites.

Taxodium. Ce type se reconnaît aisément. Les pollens se présentent sous l'aspect de cupules produites par l'éclatement de sphères lisses. Leur nombre est particulièrement important dans la partie moyenne de la couche de diatomite de Charay.

Podocarpus. Une paroi épaisse de teinte foncée entoure le corps des pollens. Les Ballonnets, plus clairs, sont disposés à la manière des ailes de papillon.

Tsuga et *Sciadopitys*. Les deux types possèdent un contour crénelé et une surface chagrinée, mais leur taille permet de les identifier.

Carya (Pl. VII, fig. 4). Il s'agit d'un pollen discoïde, avec trois pores marginaux. *Carya* est bien représenté dans les cinq échantillons, mais plus particulièrement dans celui de Pourchères.

Pterocarya (Pl. VII, fig. 3). Ce type de pollen se distingue du précédent par un contour polygonal, ainsi que par des pores marginaux plus nombreux.

Betula (Pl. VII, fig. 9). Le genre est représenté dans les cinq spectres, mais surtout à Pourchères, ainsi qu'à Charay, dans toute la couche de diatomite.

Alnus (Pl. VII, fig. 5, 6). Les pollens possèdent cinq pores reliés entre eux par des arceaux bien marqués. Leur nombre est assez réduit.

Planera. Possédant un contour quadrangulaire avec pores marginaux au voisinage des sommets, ce type s'apparente au pollen d'*Ulmus*.

Chênaie-mixte. La Chênaie-mixte, faiblement représentée dans les cinq échantillons, est caractérisée par ses trois éléments typiques :

- *Quercus*.
- *Tilia* (Pl. VII, fig. 1).
- *Ulmus* (Pl. V, fig. 2).

Tilia et *Ulmus* prédominent.

Le prélèvement de Pourchères a livré quelques rares tétrades d'*Ericacées* (Pl. VII, fig. 7) ainsi que des pollens de *Composées* et de *Nymphéacées*.

Spores (Pl. VII, fig. 10, 11, 12). Des Spores à surface lisse ou ornementée peuvent, vraisemblablement, être attribuées aux *Polypodiacées*.

REMARQUES SUR LES SPECTRES POLLINIQUES

1. — Dans les cinq spectres, les Conifères tiennent la première place par rapport aux Feuillus.

D'autre part, *Pinus* type *silvestris* prédomine sur *Pinus haploxylon*. Ce caractère se retrouve dans les spectres des lignites pliocènes du lac Chambon (Puy-de-Dôme) et d'Allemagne.

2. — Les spectres des cinq prélèvements sont, en outre, caractérisés par des pourcentages du *Sapin* dépassant de beaucoup ceux de l'*Epicéa* qui atteignent au maximum 11 %. Dans les lignites allemands, ainsi que dans celui du lac Chambon, c'est au contraire l'*Epicéa* qui détient la première place par rapport au *Sapin*. Les spectres du lignite bressan de Foulénay occupent ici une position intermédiaire, car les pourcentages du *Sapin* et ceux de l'*Epicéa* sont très voisins.

3. — Les *Taxodiées* qui, au Miocène supérieur atteignent encore 50 %, subissent un fléchissement appréciable au Pliocène. Si dans la diatomite de Charay (échantillon du milieu de la couche), *Taxodium* atteint 26,5 %, les pourcentages de ce type s'avèrent infimes ou nuls dans les autres échantillons.

En résumé, la flore pollinique des cinq prélèvements semble présenter des affinités pliocènes et peut être rapprochée de celle des lignites pliocènes français et allemands.

La microflore ne reflète que partiellement la composition de la paléosilve, mais elle constitue un complément indispensable de l'étude des restes foliaires.

4. — La microflore renferme des éléments polliniques aujourd'hui étrangers à la région étudiée :

Conifères.

a) *Keteleeria* (Sud-Est de la Chine, Tonkin, Formose).

b) *Tsuga* (Amérique du Nord, Himalaya, montagnes du Sud-Ouest de la Chine, du Japon, de Formose). Certaines espèces vivent jusqu'à 3.300 m. d'altitude.

c) *Sciadopitys* (Japon : centre-Est de Hondo) entre 200 et 1.700 m. d'altitude.

d) *Taxodium* (deux espèces : *T. distichum* Rich., dans les zones marécageuses des Etats méridionaux de l'Amérique atlantique, *T. mucronatum* Ten., au Mexique).

e) *Podocarpus* (régions subtropicales et tempérées chaudes des deux hémisphères, hautes montagnes de la zone tropicale).

Feuillus.

Engelhardtia (Malaisie et Sud de la Chine).

Carya (Amérique du Nord, Sud-Ouest de la Chine).

Pterocarya (Caucase, Est asiatique).

Tous ces genres semblent indiquer une région montagneuse avec parties basses humides (du type Swamp.).

D'autre part, certains composants de cette microflore croissent actuellement dans les régions tropicales et subtropicales, d'autres dans des régions tempérées. Leur présence simultanée pourrait peut-être s'expliquer par l'existence de zones de végétation.

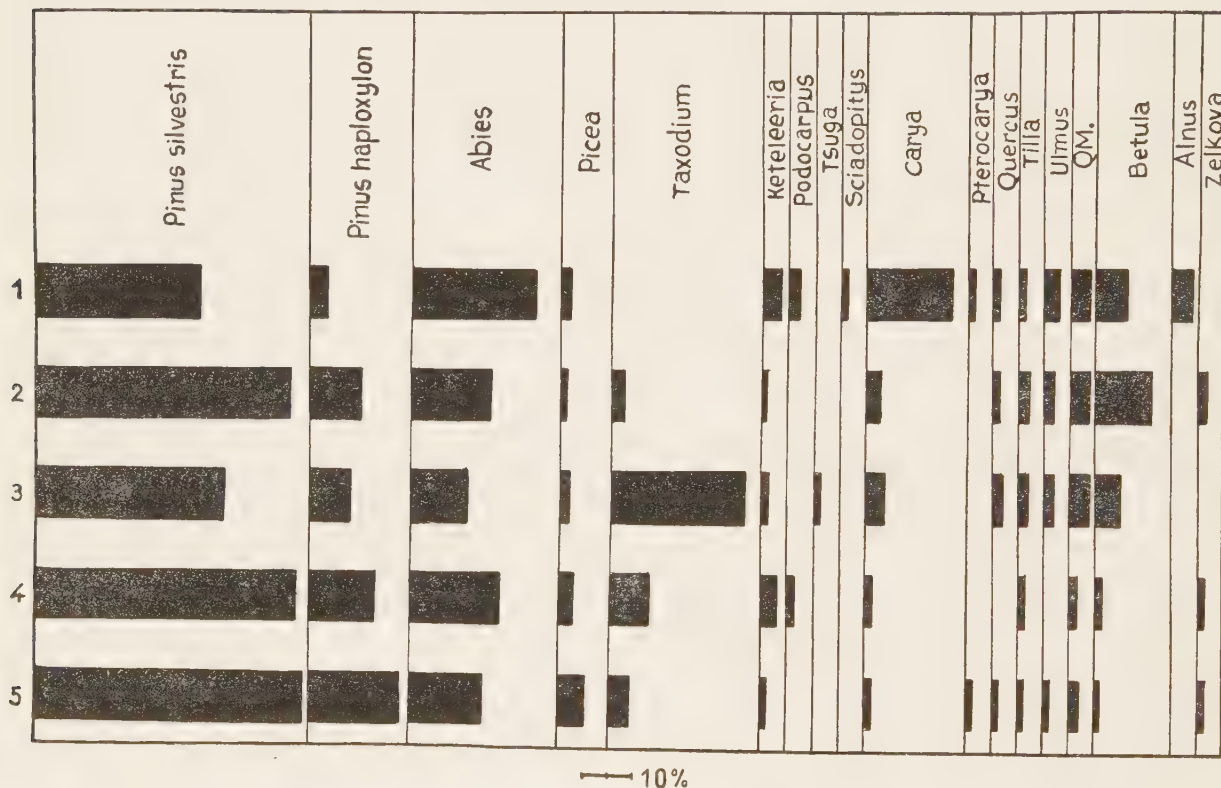


Fig 7

Spectres polliniques des cinq prélèvements pollinifères.

1. Pourchères.
2. Charay : partie supérieure de la couche de Diatomite.
3. Charay : partie moyenne de la couche de Diatomite.
4. Charay : lignite, sommet de la couche fossilifère
5. Rochessaube.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

De l'étude de la flore fossile (microflore et macroflore) des environs de Privas, il ressort, en résumé :

1°. — Qu'elle réunit un curieux mélange d'éléments : tropicaux, méditerranéens, tempérés. Une telle composition ne peut s'expliquer que par la présence de différentes zones de végétation, établies sur le versant méridional des Cévennes miocènes.

2°. — Que l'ensemble de cette flore fossile présente beaucoup d'analogie avec les flores actuelles du Centre, du Sud et du Sud-Ouest de la Chine, analogie confirmée par une faune de Poissons (*Cyprinus*, *Cobbitus*...) exhumée des mêmes schistes à Diatomées et qui, d'après ce que nous a déclaré C. ARAMBOURG, a une affinité réelle avec les *Cyprinidés* chinois actuels.

3°. — Que les espèces tropicales et subtropicales miocènes, encore présentes, pour la plupart, dans la flore plaisancienne de Saint-Marcel d'Ardèche, disparurent probablement lors des glaciations quaternaires. Qu'au contraire, elles se sont maintenues — nous ne disons pas ont émigré — dans des régions qui, comme la Chine méridionale, la Californie... ont été plus favorisées, soit que ces régions aient été mieux protégées contre le refroidissement quaternaire, soit que leur situation géographique ait permis aux éléments tropicaux, subtropicaux et méditerranéens, de repeupler, à partir de territoires situés plus au Sud, des zones qu'ils avaient quittées par suite du déplacement vers l'équateur des isothermes exigés par la nature de ces plantes.

4°. — Que le climat sous lequel se développait la flore fossile du Coiron était plus chaud et plus humide que le climat actuel des environs de Privas. La température moyenne approximative, variable, suivant l'altitude, devait, pour les régions les moins élevées, osciller entre 15 et 20° centigrades.

5°. — Que les comparaisons avec les autres flores fossiles, les pourcentages d'espèces devenues exotiques, permettent de ranger les flores de Rochessaube, de Pourchères, à la base du Miocène supérieur et celle de Charay, au sommet du Miocène supérieur ou à la base du Pliocène. L'âge miocène des formations de Rochessaube, a d'ailleurs été confirmé par la découverte, ultérieure, au Combiér, près Alissas, à un niveau stratigraphique plus récent, de Mammifères pontiens.

BIBLIOGRAPHIE

Abréviations

- B.S.G.F. : Bulletin de la Société Géologique de France.
B.S.B.F. : Bulletin de la Société Botanique de France.
C.R.A.S. : Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.
B.S.B.N.Fr. : Bulletin de la Société de Botanique du Nord de la France.
R.G.B. : Revue générale de Botanique.

- ALMERA ((D.J.) (1907). — *Flora pliocenica de los alrededores de Barcelona* (Memor Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Terc, ep., vol. 3, p. 321-355, 6 pl. Barcelone).
- ARAMBOURG (C.), ARÈNES (J.), DEPAPE (G.) (1953). — *Contribution à l'étude des Flores fossiles quaternaires de l'Afrique du Nord* (Archives Mus. National d'Histoire Nat., 7 s., t. 2, 85 p., 6 pl.).
- ARÈNES (J.) et DEPAPE (G.) (1952). — *Contribution à l'étude des Flores fossiles d'Asie Mineure* (Bull. du Muséum. 2^e s., t. 24, n^o 3, p. 328-332).
- ARÈNES (J.) et DEPAPE (G.) (1954). — *Sur une flore burdigalienne à Lygodium Gaudini et à Myricacées des Iles Baléares* (Majorque). (C.R.A.S., t. 238, p. 1450-1452).
- ARÈNES (J.) et DEPAPE (G.) (1956). — *La Flore burdigalienne des Iles Baléares* (Majorque). (Rev. générale de Bot., t. 63, pp. 347-390, pl. 15-19).
- ARNOLD (C.A.) (1955). — *Tertiary Conifers from Princeton Coal Field of British Columbia* (Mus. of Paleont. Univ. of Michigan, vol. 12, n^o 12, pp. 245-248).
- AXELROD (D.I.) (1937). — *A Pliocene Flora from the Mount Eden Beds, Southern California*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 476, p. 125-183, 6 pl., 1 text.fig., 1938).
- BAAS (J.) (1932). — *Eine frühdiluviale Flora im Mainzer Becken* (Zeitschr. f. Botanik, 25, S. 289).
- BATALLER (J.R.) et DEPAPE (G.) (1950). — *Flore oligocène de Cervera (Catalogne)*. (An. de la Esc. de Per. Agr. y de Esp. Agrup. y de los Serv. Tec. de Agric., Vol. 9, 60 p., 3 pl., 16 fig.-texte, Barcelona).
- BERGER (W.) (1951). — *Pflanzenreste aus dem tortonischen Tegel von Theben-Neudorf bei Pressburg* (Aus d. Sitzung. d. Osterr. Akad. d. Wissenschaften. Mathem. Naturw. Kl, Abt. 1, 160 Bd, 3-4 Heft, pp. 273-278, 1 pl.).
- BERRY (E.W.) (1914). — *The Upper Cretaceous and Eocene floras of South Carolina and Georgia*. (U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. n^o 84, 200 p., 29 pl.).
- BERRY (E.W.) (1924). — *The Middle and Upper Eocene Flora of Southeastern North America* (U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. 92, 206 p., 64 pl.).
- BERRY (E.W.) (1929). — *A Revision of the Flora of the Latah Formation* (U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 154-H, p. 225-264, pl. 49-64).
- BERRY (E.W.) (1930). — *Revision of the Lower Eocene Wilcox Flora of Southeastern States*. (Geol. Surv. Prof. Paper 156).
- BERRY (E.W.) (1931). — *A Miocene Flora from Grand Coulee*. (U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 170-C, p. 31-42, pl. 11-13).

- BOULAY (N.) (1886-87). — *La Flore fossile de Bézac, près de Saint-Saturnin (Puy-de-Dôme)*. (Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. 11, p. 177-185).
- BOULAY (N.) (1886-87). — *Notice sur la flore des tufs quaternaires de la vallée de la Vis (Hérault)*. (Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. 11, p. 186-199).
- BOULAY (N.) (1887). — *Notice sur la flore tertiaire des environs de Privas (Ardèche)*. (B.S.B.F., t. 34, p. 227-239, p. 255-279).
- BOULAY (N.) (1890). — *Flore pliocène des environs de Théziers (Gard)*. (Klincksieck, Paris).
- BOULAY (N.) (1892). — *Flore pliocène du Mont-Dore (Puy-de-Dôme)*, (in 4°, 116 p., 12 pl., 21 fig.-texte, Paris, Savy).
- BOULAY (N.) (1899). — *Flore fossile de Gergovie (Puy-de-Dôme)*. (Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. 23, p. 55-132, 10 pl., et Paris, Klincksieck).
- BOULE (M.) (1892). *Description géologique du Velay*. (Bull. Serv. Carte géol. de Fr., n° 28, t. 4).
- BOUT (P.) et MARTY (P.) (1936). — *Flore astienne de Perrier (Puy-de-Dôme)*. (Ann. Musée d'Hist. nat. Marseille, t. 28, Mém., 139 p., 3 pl.-texte, 4 fig.).
- BRAUN-BLANQUET (J.) (1919). — *Sur la découverte du Laurus canariensis Webb. et Berth., dans les tufs de Montpellier*. (C.R.A.S., t. 78, p. 951-952).
- BRONGNIART (A.) (1821). — *Mémoire sur la classification des végétaux fossiles en général et sur ceux des terrains de sédiments supérieurs en particulier*. (Mém. Mus. d'Hist. nat., t. 7, Paris).
- BRONGNIART (A.) (1828). — *Prodrome d'une histoire des Végétaux fossiles*. (Paris).
- BROWN (C.A.) (1945). — *Louisiana Trees and Shrubs* (Louisiana Forestry Commission, Bull. n° 1, Massey H. Anderson, Baton Rouge, U.S.A.).
- BROWN (C.A.) (1956). — *Commercial Trees of Louisiana*. (Louis. For. Commiss., Baton Rouge, La).
- CANDOLLE (C. de) (1862 a). — *Mémoire sur la famille des Juglandées*. (Ann. Sc. Nat., Botanique, 4, t. 18, p. 5-48).
- CANDOLLE (C. de) (1862 b). — *Etude sur l'espèce, à l'occasion d'une révision de la famille des Cupulifères* (Ann. Sc. Nat., Botanique, 4, t. 18, p. 59-110).
- CARPENTIER (A.) (1950). — *La vie des plantes au cours des âges géologiques, in Mélanges des Sciences religieuses*. (Fac. Cath. Lille, 7^e année, pp. 109-135).
- CARRUTHERS (1869). — *On some undescribed fruits from the Secondary rocks of Britain*. (Geol. Mag., VI).
- CAVARA (Fr.) (1888). — *Sulla flora fossile di Mongardino. Studi stratigraf. e paleontolog.* (Mem. R. Acad. Sc. dell'Institut. di Bologna, vol. 7-8, 67 p., 6 pl., Bologna).
- CHANEY (R.W.) (1925). — *The Mascall Flora-Its distribution and climatic relation*. (Carnegie Instit. of Wash., Pub. n° 349, p. 23-48, 1 pl., 1 text.-fig.).
- CHANEY (R.W.) (1927). — *Geology and Palaeontology of the Crooked River Basin, with special reference to the Bridge Creek Flora*. (Repr. from Publ. n° 346, p. 45-138, Carneg. Inst. Washington, 20 pl.).
- CHANEY (R.W.) et SANBORN (E.J.) (1933). — *The Goshen Fl. of W.C. Oregon*. (Carnegie Inst. of Washington, Pub. n° 439, 103 p., 40 pl.).
- CHANEY (R.W.), MASON (H.L.), POTBURY (S.S.) (1934). — *Studies of the Pleistocene Palaeobotany of California*. (Carn. Inst. of Washington, Pub. n° 415, 179 p., 31 pl., 4 text.-fig.).
- CHANEY (R.W.), ELIAS (M.K.), DORF (E.), AXELROD (D.I.), CONDIT (C.) (1938). — *Miocene and Pliocene Floras of Western North America*. (Carnegie Inst. of Washington, Pub. n° 476, 272 pl., 29 pl.).
- CHANEY (R.W.) and ELIAS (M.K.) (1936) — *Late Tertiary Floras from the High Plains*. (Carnegie Inst. Washington, Pub. n° 476, p. 1-72, 7 pl., 11 text.-fig. 1938).
- CHANEY (R.W.) (1938). *The Deschutes Flora of Eastern Oregon*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 467, p. 185-216, 7 pl., 1938).
- CHANEY (R.W.) et HU (H.H.) (1940). — *A Miocene Flora from Shantung Province, China*. (Palaeontologica Sinica, New Series, n° 1, whole Series n° 112, Geol. Surv. of China, 147 p., 57 pl., Peking).
- CHANEY (R.W.) (1951). — *A Revision of Fossil Sequoia and Taxodium in Western North America, Based on the Recent Discovery of Metasequoia*. (Transactions of the American Philosophical Society, vol. 40, part. 3).

- CHENG (W.C.) (1939). — *Les Forêts du Se-tchouan et du Si-kang oriental*. (Trav. Labo. Forestier de Toulouse, t. 5, vol. 1, art. 2).
- COEMANS (E.) (1866). — *Description de la flore fossile du premier étage du terrain crétacé du Hainaut*. (Mém. Acad. Royale Belgique, 36, pp. 3-10, pl. 3-5).
- COLANI (M.) (1917). — *Essai sur les flores tertiaires du Tonkin*. (Bul. Serv. Géol. Indochine, Vol. 4, fasc. 1).
- COLANI (M.) (1920). — *Etudes sur les flores tertiaires de quelques gisements de lignite de l'Indochine et du Yunnan*. (Bul. Serv. Géol. Indochine, vol. 8, fasc. 1).
- CONDIT (C.) (1938). — *The San Pablo Flora of West Central California*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 476, p. 217-268, 7 pl., 1 text-fig.).
- COSSON (E.) (1856). — *Note sur le Cèdre d'Algérie*. (B.S.B.F., t. 3, p. 176).
- COUTINHO (P.) (1888). — *Os Quercus de Portugal*. (Bol. da Soc. Brot., 6, Coïmbra).
- CZECZOTTOWA (H.) (1951). — *The Middle Miocene Flora of Zalesce, near Wisniowiec (Volhynia)*. (Acta Geologica Polonica, vol. II, pp. 349-445, pl. 1-15).
- DALMAS (J.B.) (1872). — *Itinéraire du Géologue et du Naturaliste dans l'Ardèche et d'une partie de la Haute-Loire, avec planches et paysages* (in 8°, 221 p., Savy, Paris).
- DEPAPE (G.) (1912). — *Note sur quelques Chênes miocènes et pliocènes de la vallée du Rhône*. (Rev. génér. de Botan. t. 24, p. 355-373, 6 fig.-texte, pl. 11 et 12).
- DEPAPE (G.) (1913). — *Sur la présence de Ginkgo biloba L. (Salisburia adiantifolia Sm.) dans le Pliocène inférieur de Saint-Marcel d'Ardèche*. (C.R.A.S., t. 157, p. 957).
- DEPAPE (G.) (1920). — *Sur la présence de Juglans cinerea L. fossilis Bronn., dans la flore plaisancienne de Saint-Marcel d'Ardèche*. (C.R.A.S., t. 171, p. 865).
- DEPAPE (G.) (1922). — *Recherches sur la flore pliocène de la vallée du Rhône. Flores de Saint-Marcel d'Ardèche et des environs de Thézières (Gard)*. (Ann. Sc. Nat. Bot., 10^e série, t. 4, pp. 73-266, 15 pl., 45 fig.-texte).
- DEPAPE (G.) (1924). — *Végétaux fossiles des argiles à Poissons de la Chaussairie et de Lormandières à Chartres (I et V)*. (Bul. géol. et min. de Bretagne, t. 5, pp. 32-49, 3 pl.).
- DEPAPE (G.) (1925). — *La Flore des grès landéniens du Nord de la France*. (Ann. Soc. géol. du Nord, t. 50, pp. 10-48, pl. 1).
- DEPAPE (G.) (1928). — *Le monde des plantes à l'apparition de l'homme en Europe occidentale. Flores récentes de France, des Pays-Bas, d'Angleterre*. (Ann. Soc. Sc. de Bruxelles, t. 48, 2^e part., Mém., 63 p.).
- DEPAPE (G.) (1931). — *Note sur quelques plantes fossiles de Catalogne*. (Bul. de la Inst. Cat. Hist. Nat., vol. 31, n° 7, 15 p., 2 pl.).
- DEPAPE (G.) (1932). — *La Flore tertiaire du Wei-Tch'ang (Province de Jehol-Chine)*. (Publications du Musée de Hoangho Paiho, n° 6, 26 p., 6 fig.-texte).
- DEPAPE (G.) (1949). — *Quelques arbres exotiques cultivés à Lille. I. Les Ginkgoales*. (Bull. Soc. Bot. du Nord, t. 2, n° 4).
- DEPAPE (G.) et REY (Abbé) (1949). — *Florule mio-pliocène des environs de Saint-Flour*. (Rev. Hte-Auvergne, t. 32, fasc. 1 et 2, pp. 1-9).
- DEPAPE (G.) (1951). — *Quelques arbres exotiques cultivés à Lille. II. Les Liquidambar*. (Bull. Soc. Bot. du Nord, t. 4, n° 4).
- DEPAPE (G.) et BOURDIER (Fr.) (1952). — *Le gisement interglaciaire à Rhododendron ponticum L., de Barreaux, dans le Grésivaudan, entre Grenoble et Chambéry*. (Trav. du Labo. de Géol. de Grenoble, t. 30, pp. 81-102, 2 pl., 2 fig.-texte).
- DEPAPE (G.) et GAUTHIER (H.) (1953). — *Sur le genre Pistia et sa présence dans la Flore éocène de la vallée de L'Oued Mgou (Maroc méridional)*. (Ann. Univ. de Lyon, Section C., fasc. 7, pp. 25-30, 2 pl.).
- DEPAPE (G.) et BOREL (A.) (1954). — *Un Ginkgo biloba L. femelle fertile à Lille*. (B.S.B.N. Fr., t. 7, n° 1, p. 23-26).
- DEPAPE (G.) (1954). — *Quelques arbres exotiques cultivés à Lille. Répartition actuelle et histoire paléontologique*. — III. *Les Liriodendron (Tulipiers)*. (B.S.B.N. Fr., t. 7, n° 3, p. 71-82).

- DEPAPE (G.) (1954). — *Flores secondaires et tertiaires de la France*. (8^e Congrès intern. de Bot., Section V, Paris).
- DEPAPE (G.), FLORSCHUTZ (Fr.), GUILLIEN (Y). (1954). — *La Flore des argiles de Coulgens (Charente)*. (B.S.G.F., (6), t. 4, p. 193-201).
- DORF (E.) (1936). — *A Late Tertiary Flora from Southwestern Idaho*. (Carnegie Inst. Washington, Pub. n° 476, p. 73-124, 3 pl., 2 text-fig., 1938).
- EMBERGER (L.) (1944). — *Les Plantes fossiles dans leurs rapports avec les Végétaux vivants*. (489 p., Masson, Paris).
- EMBERGER (L.) (1949). — *La position systématique de Ginkgo biloba L.* (C.R.A.S., t. 229, p. 960-963).
- ENDLICHER (S.) (1847). — *Synopsis Coniferarum*. (Sangalli).
- ENGELHARDT (H.) (1870). — *Flora der Braunkohlenformation in Königreich Sachsen*. (70 p., 15 Taf., Leipzig).
- ENGELHARDT (H.) (1885). — *Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nord-Böhmen*. (Nova Acta Leopold-Carol. D. Akad. d. Nat., Bd. 158, Nr. 3, p. 298-408, Taf. 7-28, Halle).
- ENGELHARDT (H.) (1903). — *Ueber Tertiärpflanzen vom Himmelsberg bei Fulda*. (Abhandl. d. Senckenb. Naturforsch. Gesellschaft, Bd. 20, Heft 3, p. 248-306, 5 Taf.).
- ENGELHARDT (H.) (1911). — *Ueber tertiäre Pflanzenreste von Flörsheim am Main*. (Abh. senckenb. naturf., Ges. 29, S. 308).
- ENGELHARDT (H.) et KINKELIN (F.) (1908). — *Oberpliozäne Flora und Fauna des Untermaintales, insbesondere des Frankfurter Klärbeckens ; II. Unterdiluviale Flora von Hainstadt a.M.* (Abh. d. Senckenberg. naturf. Gesellsch., Bd. 29, Heft 3, p. 149-306, Taf. 22-36).
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1851). — *Die Tertiärfloren der Oesterreichischen Monarchie*. (N° 1, Fossile Flora von Wien, 36 p., 5 Taf.).
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1853 a). — *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Tokay*. (Sitzungsberichte der Math. naturw. Classe der Kais. Akad. der Wissensch, Bd. 11, Heft 4, 40 p., 4 Taf.).
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1853 b). — *Die tertiäre Flora von Haering in Tirol*. (Abh. d. K.K. geolog. Reichsanst., Bd. 2, 3 Abth, 118 p., 31 Taf.).
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1854). — *Die Eocene Flora des Monte Promina*. (Denkschrift. der K. Akad. d. Wissensch., math. naturw. Cl., Bd. 8, 28 p., 14 Taf.).
- ETTINGSHAUSEN (C.). — *Die fossile Flora des Tertiärbeckens von Bilin*. (Denkschr. Akad. Wiss., math. naturw. Cl., Wien.).
1866 : I Th., Bd. 26.
1868 : II Th., Bd. 28.
1869 : III Th., Bd. 29.
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1870). — *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora von Radoboj*. (Sitzungsb. d. K. Akad. D. Wiss., Math. naturw. Cl., Bd. 61, 1 Abth., p. 829-906, 3 Taf.).
- ETTINGSHAUSEN (C.) — *Die fossile Flora von Sagor in Krain*. (Denkschr. Akad. Wiss., math. naturw. Cl.).
1872 : I Th., Bd. 32.
1877 : II Th., Bd. 37.
- ETTINGSHAUSEN (C.) (1888) — *Die fossile Flora von Leoben in Steiermark*. (Denkschr. Akad. Wiss., Bd. 54, 1 Abth., 1 Th., 58 p., 4 Taf. ; 2 Th., 60 p., 5 Taf.).
- FAUJAS DE SAINT-FOND (1803). — *Notice sur des plantes fossiles de diverses espèces qu'on trouve dans les couches fossiles d'un schiste marneux recouvert par des laves dans les environs de Rochessauve (Ardèche)*. (Ann. du Muséum d'Hist. Nat., t. 2, p. 339-344, 2 pl.).
- FAUJAS DE SAINT-FOND (1815). — *Nouvelle Notice sur des plantes fossiles renfermées dans un schiste marneux des environs de Chomérac et de Roche-Sauve (sic), (Ardèche)*. (Mém. du Muséum d'Hist. Nat., t. 2, 1 pl.).
- FIRTION (F.) (1946). — *Etude Pollenanalytique d'un lignite de la formation cinéritique du lac Chambon (Puy-de-Dôme)*. (B.S.G.F., (5), 16, p. 511-515).
- FIRTION (F.) (1946). — *Le Lignite de Foulmay (Jura) : pollenanalyse statistique*. (B.S.G.F., (5), 16, p. 639-642).

- FLICHE (P.) (1896). — *Etude sur la flore foss. de l'Argonne*, (Bul. Soc. Sc. Nancy).
- FLORIN (R.) (1920). — *Zur Kenntnis der jungtertiären Pflanzenwelt Japans*. (Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl., 61/1, Stockholm).
- FLORIN (R.) (1922). — *Zur alttertiären Flora der südlichen Mandschurei*. (Palaeont. Sinica, ser. A, 1, Peking).
- FONTANNES (F.) (1884). — *Nouvelle contribution à l'étude de la faune et de la flore des marnes pliocènes à Brissopsis d'Eurre (Drôme)*. (An. Soc. Agric. Lyon, 5, 6, p. 421-436).
- FRITEL (P.H.) (1904-05). — *Les Cinnamomum fossiles de France. Espèces paléocènes*. (Le Naturaliste, 26^e année, 2^e sér., n° 425, p. 257-260 et n° 426, p. 270-273, 14 fig., 1904) ; *Espèces oligocènes*. (Le Natural., 27^e année, 2^e sér., n° 438, p. 125-129, 17 fig.).
- GADECEAU (E.) (1894). — *Note sur les Platanes*. (Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France, 4^e année, p. 105-111, pl. 4-6).
- GARDNER (J.S.) et ETTINGSHAUSEN (C.) (1879-1886). — *A monograph of the British Eocene Flora* (vol. 1 : Filices, 86 p., 13 pl. ; vol. 2 : Gymnospermæ, 159 p., 27 pl.).
- GAUDIN (C.Th.) et STROZZI (C.) (1858-62). — *Contribution à la flore fossile italienne*.
 1858. I. *Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane* (47 p., 13 pl.).
 1859. II. *Mém. Val d'Arno* (60 p., 1 cart., coupe, 10 pl.).
 1859. III. *Mém. Massa Martina* (20 p., 4 pl.).
 1860. IV. *Mém. Travertins toscans* (30 p., 7 pl.).
- GAUDIN et P. DE MANDRALISCA.
 1860. V. *Mém. tufs volcaniques de Lipari* (12 p. et 3 pl.).
- GAUDIN et STROZZI.
 1862. VI. *Mémoire* (32 p., 4 pl.).
- GÖPPERT (H.R.) (1855). — *Die tertiäre Flora von Schosnitz in Schlesien* (52 p., 26 Taf.).
- GRANGEON (P.) (1951). — *Etude d'un nouveau gisement de Plantes fossiles tertiaires et de quelques nouvelles espèces découvertes à Ceyssac*. (B.S.G.F. (6), t. 1, p. 75-87).
- GRANGEON (P.) (1952). — *Etude du gisement de Plantes fossiles tertiaires de l'Aubépin (Haute-Loire)*. (Rev. Sc. Nat. d'Auvergne, t. 18, fasc. 1-4, p. 31-58, 5 pl. 5 fig.-texte).
- GRANGEON (P.) (1953). — *La Flore pontienne de Gourgouras (Ardèche)*. (B.S.G.F., (6), t. 3, p. 303-320, 3 pl.-texte).
- GRANGEON (P.) et JODOT (P.) (1954). — *Nature et âge des alluvions sous les basaltes du Coiron*. (C.R.A.S., t. 238, p. 2101-2103).
- GRANGEON (P.) et JODOT (P.) (1956). — *Mollusques pliocènes des Sables volcaniques fluviatiles de Mirabel (Ardèche)*. (Annales Université de Lyon., Sc. nat., fasc. 9, pp. 47-72).
- HANTKE (R.) (1954). — *Die fossile Flora der obermiozänen Oehninger-Fundstelle, Schrotzburg* (Schienerberg, Süd-Baden). (Mém. Soc. Helv. des Sc. nat., vol. 80, mém. 2).
- HEER (O.) (1854-59). — *Flora tertiaria Helvetiæ. Die tertiäre Flora der Schweiz* (3 vol., in 4^o, 606 p., 155 pl., Winterthur).
- HEER (O.) (1861). — *Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire*, (220 p. et 2 cart., Trad. par Ch. Th. Gaudin, Winterthur).
- HEER (O.) (1869 a). — *Miocene baltische Flora Beiträge zur Naturkunde Preussens*. (Konigl. physikalish. Oekonomisch. Gesellschaft zu Königsberg, 104 p., 30 Taf.).
- HEER (O.) (1869 b). — *La Flore miocène du Spitzberg*. (Archiv. des Sc. de la Biblioth. univers., 14p.).
- HEER (O.) (1868-83). — *Flora fossilis arctica*. (Die fossile Flora der Polarländer, 7 vol.).
- HICKEL (A.) (1911-14). — *Graines et plantules des arbres et arbustes indigènes et communément cultivés en France*. (1^{re} partie. Conifères, 182 p., 93 fig., Versailles, 1911) ; (2^e part. Angiospermes, 350 p., 85 fig., 2 pl., hors-texte, 1914).
- HOLLICK (A.) (1930). — *The Upper Cretaceous Floras of Alaska*. (U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 159).
- HOLLICK (A.) (1936). — *The Tertiary Floras of Alaska*. (U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 182).
- KIRCHHEIMER (Fr.) (1936). — *Ueber die botanische Zugehörigkeit weiterer Früchte und Samen aus dem deutschen Tertiär*. (Planta, Bd. 25, S. 481, Berlin).

- KIRCHHEIMER (Fr.) (1938). — *Beiträge zur näheren Kenntnis von Vitaceen-Samenformen tertiären Alters.* (Planta, Archiv. für wissenschaft. Bot., 28 Bd., 4 Heft, Berlin).
- KIRCHHEIMER (Fr.) (1939 a). — *Fossilium Catalogus* II, pars 24, Vitaceæ, S. 1-21 u. 1-153.
- KIRCHHEIMER (Fr.) (1939 b). — *Die Rebengewächse zur Braunkohlenzeit.* (Braunkohle, 1939, Heft 8, S. 114-121).
- KIRCHHEIMER (Fr.) (1944). — *Die nördlichsten Standorte der wilden Weinrebe* (*Vitis silvestris* Gmelin). (Wein u. Rebe 26, S. 15-22, 3 Textabb.).
- KNOWLTON (F.H.) (1902). — *Fossil Flora of the John Day Basin-Oregon.* (U.S. Geol. Surv., Bull. n° 204, 153 p., 17 pl.).
- KNOWLTON (F.H.) (1923). — *Fossil Plants from the Tertiary lake beds of South-Central Colorado.* (U.S. Geol. Surv., Professional Paper 131 G, p. 183-192, 4 pl.).
- KNOWLTON (F.H.) (1930). — *The Flora of the Denver and associated formations of Colorado.* (U.S. Geol. Surv., Prof. Paper 155, 142 p., 59 pl., Posthumous work edited by E.W. Berry).
- KONUKI (Y.) (1932). — *Fossil Plants of the Fushun Coal Field.* (Fushun Middle School).
- KOVATS (J.V.) (1856 a). — *Fossile Flora von Erdöbénye.* (Arbeiten der geolog. Gesellsch. für Ungarn., 1 Heft, 38 p., 7 Taf., Pest).
- KOVATS (J.V.) (1856 b). — *Fossile Flora von Tallya.* (Arbeiten der geolog. Gesellsch. für Ungarn., 15 p. 1 Taf., Pest.).
- KRÄUSEL (R.), REIMANN (H.), REICHENBACH (E.), MEYER (F.) u. PRILL (W.). (1919). — *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs.* (Jahrb. Preuss. Geol. Landes für 1917, Bd. 38, 338 p., 26 Taf.).
- KRÄUSEL (R.) (1920). — *Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens.* (I. Jahrb. Pr. Geol. Land. f., 1918, Bd. 39, p. 329-417, Taf. 16-27, II. Braunkohlenholzer, id. p. 418-460, Taf. 28-38).
- KRÄUSEL (R.) (1926). — *Fossile Koniferen in Engler-Plantl.* (Die natürlichen Pflanzenfamilien, 13 Leipzig).
- KRÄUSEL (R.) (1929). — *Eine Loranthacee im Tertiär Schlesiens.* (Paläobotanische Notizen 12, Senckenbergiana 11, S. 33).
- KRÄUSEL (R.) (1938). — *Die tertiäre Flora der Hydrobienkalke von Mainz-Kastel.* (Paläontologische Zeitschr. 20, S. 9).
- KRYSHTOFOVICH (A.N.) (1920). — *A New Fossil Palm and some other Plants of the Tertiary Flora of Japan.* (Jour. Geol. Soc. Tokyo, vol. 27, n° 317).
- KRYSHTOFOVICH (A.N.) (1921). — *Contribution to the Tertiary Flora of Eastern Asia.* (Rec. of the Geol. Com. of the Russian Far East, n° 18).
- KRYSHTOBOVICH (A.N.) (1926). — *Contribut. to the tertiary flora of Kwannonzawa, province Echigo, Japan.* (Ann. Rept. Russ. Paleont. Soc., vol. 6).
- KRYSHTOFSVICH (A.N.) (1929). — *Evolution of the tertiary Flora in Asia.* (New Phytolog. 28, S. 303).
- KRYSHTOFOVICH (A.N.) (1935). — *A Final link between the Tertiary Floras of Asia and Europe.* (New Phytolog. 34, S. 339).
- KRYSHTOFOVICH (A.N.) (1938). — *The Miocene Flora of the Ukraine and its Connection by means of the Urals with the Tertiary Flora of Asia.* (En Russe, résumé en Anglais).
- LANCUCKA-SRODONIOWA (M.) (1956). — *Miocene Flora at Rypin in Dobrzyn Lake District.* (66 p., 12 fig., 6 pl., avec résumé en Anglais. Inst. Geol. Odb. z t. 15, Prac, z Bad. Flor. Trzec, t. 2, Warszawa).
- LA MOTTE (R.S.) (1935 a). — *Climatic Implication of Sapindus oregonianus.* (Carn. Inst. Washington, Pub. 455, p. 29-38, 3 pl., 2 text-fig., 1936).
- LA MOTTE (R.S.) (1935 b). — *The Miocene Tiliacids of Western America.* (Carn. Inst. Washington, Pub. 455, p. 39-48, 3 pl., 1936).
- LA MOTTE (R.S.) (1935 c). — *An Upper Oligocene Florule from Vancouver Island.* (Carn. inst. Washington, Pub. 455, p. 49-56, 1 pl., 1936).
- LA MOTTE (R.S.) (1936). — *The Upper Cedarville Flora of Northwestern Nevada and Adjacent California.* (Carn. Inst. Washington, Pub. 455, p. 57-142, 14 pl., 3 text-fig., 1936).
- LAUBY (A.) (1910). — *Recherches paléophytologiques dans le Massif Central.* (Bull. Serv. Carte Géol. de la Fr., n° 125, t. 20, 398 p., 14 pl., 1 tabl., Paris).

- LAURENT (L.) (1899). — *Flore des calcaires de Célas*. (Ann. Mus., Hist. Nat. Marseille, série 2 ; Bull. Notes Zoolog. Paléont., t. 1, fasc. 2, 154 p., 14 pl., 1 tabl., 4 cart.).
- LAURENT (L.) (1902). — *Contribution à l'étude de la végétation du Sud-Est de la France. Flore de la basse vallée de l'Huveaune pendant le dépôt des argiles de Marseille*. (Ann. Faculté Sciences Marseille, t. 12, fasc. 3, p. 1-60, 1 pl.).
- LAURENT (L.) (1904-05). — *Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal)*, avec une introduction géologique et paléontologique, par P. MARTY. (Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, t. 9, 1^{re} partie, p. 1-70, 4 pl., 5 fig., 2^e partie, p. 70-313, 54 fig., 1 tabl., 20 pl.).
- LAURENT (L.) (1908). — *Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal)*, avec introd. géolog. par P. MARTY. (Ann. Mus. Hist. Nat., Marseille, Géologie, t. 12, 88 p., 4 fig., 9 pl.).
- LAURENT (L.) (1912). — *Flore fossile des schistes de Menat (Puy-de-Dôme)*. (Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, Géologie, 14, 246 p., 1 tabl., 110 fig.-texte, 17 pl.).
- LAURENT (L.) (1919). — *Les Liquidambar*. Essai de filiation des formes actuelles et fossiles du genre *Liquidambar*. (Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille, t. 17, p. 9-27, pl. 2-3).,
- LAURENT (L.) et MARTY (P.) (1923). — *Flore foliaire des argiles de Reuver et des gisements synchroniques voisins (Limbourg hollandais)*. (Mededeel. Van's Rijks géolog. Dienst, Série B, n° 1, 80 p., 14 pl.).
- LAURENT (L.) et MARTY (P.) (1927). — *Flore pliocène des hautes vallées de la petite Rhue et de la Véronne (Cantal)*. (Ann. Mus. Hist. Nat. de Marseille, t. 21, 132 p., 23 pl.).
- LAURENT (L.) (1930). — *Le froid du 13 février 1929. Son action sur les arbres et les arbustes des environs de Marseille*. (33 p., 2 pl., Imprimerie Nouvelle, 118-120, rue Sainte, Marseille).
- LAURENT (L.) et MARTY (P.) (1939). — *Flore fossile du Puy de Mur (Puy-de-Dôme) et liste des espèces végétales fossiles de Menat*. (Ann. Fac. des Sc. Marseille, t. 12, fasc. 2, 34 p., 2 pl.).
- LECOMTE (H.) (1913). — *Lauracées de Chine et d'Indo-Chine*, (Nouv. Arch. du Mus. Hist. nat. Paris, s. 5, t. 5, p. 44-120, pl. 3-9).
- LECOMTE (H.) et HUMBERT (H.) (1907-1942). — *Flore d'Indochine*. (6 vol., Masson, Paris. Rédacteur F. Gagnepain).
- LESQUEREUX (L.) (1878). — *Contribution to the Fossil Flora of the Western Territories ; Part. 2 : The Tertiary Flora*. (U.S. Geol. Surv., vol. 7, 366 p., 65 pl.).
- LESQUEREUX (L.) (1883). — III : *The Cretaceous and tertiary Floras*. (U.S. Geol. Surv., vol. 8, 284 p., 59 pl.).
- LESQUEREUX (L.) (1891) — *The flora of the Dakota Group*. A Posthumous Work edit. by E.H. KNOWLTON. (Monogr. of the U.S. Geol. Surv., vol. 17, 400 p., 66 pl.).
- MACGINITIE (H.D.) (1937). — *The Flora of the Weaverville Beds of Trinity County, California*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 465, p. 83-151, 15 pl., 5 text.-fig., 1937).
- MÆDLER (K.) (1939). — *Die Pliozäne Flora von Frankfurt A.M.* (Abh. senckenberg, naturf. Gessel. 446, Seite 1-302, Frankfurt A.M., 13 Taf., 34 text.-figures).
- MALBOS (J. de) (1846). — *Observations sur les formations géologiques du Vivarais*. (B.S.G.F., (2), t. 3, p. 638).
- MARION (A.F.) (1872). — *Plantes fossiles des calcaires marneux de Ronzon*. (Ann. Sc. Nat. Bot., 5 s., t. 14, p. 326-364, pl. 22-23, et Ann. Soc. agric. Sciences et Arts du Puy, t. 32, pp. 43-93).
- MARTONNE (E. de) (1950). — *Traité de Géographie physique*, t. 1, *Notions Générales, Climat, Hydrographie*. (Paris, Armand Colin).
- MARTY (P.) (1903). — *La flore miocène de Joursac*. (Rev. de la Haute-Auvergne, 92 p., 1 tabl., 4 fig., 13 pl.).
- MARTY (P.) (1904). — *Un nouvel horizon paléontologique du Cantal (Capels)*. (Rev. Haute-Auvergne, 24 p., 4 pl.).
- MARTY (P.) (1905). — *Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal)*. (Rev. Haute-Auvergne, 36 p., 8 pl.).
- MARTY (P.) (1907). — *Etudes sur les végétaux fossiles du Trieu de Leval (Hainaut), avec une note préliminaire sur la résine fossile de ce gisement*, par le Dr. Maurice LANGERON. (Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. de Belgique, t. 5, 52 p., 9 pl., Bruxelles)

- MARTY (P.) (1912 a). — *Florule miocène et géologie des environs de Lugarde (Cantal)*. (Rev. Haute-Auvergne, 12 p., 2 pl.).
- MARTY (P.) (1912 b). — *Trois espèces nouvelles pour la flore fossile du Massif Central*. (Revue Haute-Auvergne, 11 p., 1 fig.-texte).
- MARTY (P.) (1916). — *Magnolia* fossile des Arkoses de Ravel (Puy-de-Dôme). (B.S.G.F., (4), t. 15, pp. 242-259).
- MARTY (P.) (1929). — *Florule stampienne de Ravel et de Lezoux (Puy-de-Dôme)*. (B.S.G.F., (4), t. 29, p. 17-30, 3 pl.).
- MARTY (P.) (1931). — *Sur l'âge des plus anciens basaltes de l'Aubrac*. (B.S.G.F., (5), t. 1, p. 177-188, pl. 7-9).
- MARTY (P.) et GLANGEAUD (L.) (1936). — *La formation d'âge miocène supérieur de la Bourboule (Puy-de-Dôme)*. (Mém. Soc. Géol. de Fr., nouv. sér., t. 13, fasc. 1, n° 28, pp. 1-50, pl. A-F).
- MARZARI PENCATI (G.). — *Corsa pel basino del Rodano, Oritografia del Monte Coiron*, in : FRANCUS (Dr.) (1892). — *Voyage autour de Privas*.
- MASSALONGO et SCARABELLI (1859). — *Studii Sulla Flora fossile e geologia stratigrafica del Senigalliese* (in 4°, 506 p., 45 Tav., Imola).
- MATSUMURA (J.) (1912). — *Index Plantarum Japonicum*, Tokio (en Anglais).
- MENENDEZ AMOR (J.) (1955). — *La depresion ceretana espagnola y sus vegetales fosiles. Caracteristica fito-paleontologica del Neogeno de la Cerdagna espagnola*. (Mem. de la Real Acad. de Cienc., exac., fis. y nat., ser. de cienc. nat., t. 18, Madrid).
- MOUILLEFERT (P.) (1892-98). — *Traité des arbres et des arbrisseaux*. (2 vol. In 8°, 1404 p., 1 atlas, 195 pl., Paris).
- NATHORST (A.G.) (1883). — *Contribution à la flore fossile du Japon*. (Kungl. Svenska Vetenskapsakadem. Handling., Bd. 20, n° 2, 92 p., 16 pl., 4 fig.-texte, Stockholm).
- NĚMEJC (F.) (1949). — *The Plant impressions of the Tertiary accumulations (Neogene), in Central Bohemia*. (Studia Bot. Cechoslovaca, vol. 10, fasc. 1-3, Prague).
- NEWBERRY (J.Str.) (1889). — *The later extinct floras of the Western Territories of North American*. (U.S. Geol. Surv., Mon. 35).
- OERSTED (A.S.) (1871). — *Etudes préliminaires sur les Cupulifères de l'époque actuelle principalement au point de vue de leurs rapports avec les espèces fossiles*. (Mém. Acad. royale des Sciences de Copenhague, 5, 9, p. 507-538).
- OLIVER (E.) (1934). — *A Miocene Flora from the Blue Mountains, Oregon*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 455, p. 1-27, 5 pl., 1936).
- OSMASTON (A.E.) (1927). — *A Forest Flora for Kumaon*, Allahabad.
- PARDÉ (L.) (1937). — *Les Conifères* (in-8° 294 p., 26 pl.-dessins, 61 illustr.-photos, Maison rustique, Paris).
- PARDÉ (L.) (1943). — *Les Feuillus* (in-8, 384 p., 23 pl.-dessins, 71 illustr.-photos, Maison rustique, Paris).
- PITON (L.) (1940). — *Paléontologie du gisement éocène de Menat (Puy-de-Dôme). Flore et Faune* (303 p., 26 pl., Mém. Soc. Hist. Nat. d'Auvergne, N° 1).
- POTBURY (S.S.) (1935). — *The La Porte Flora Plumas County, California*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 465, p. 29-81, 19 pl., 1937).
- REID (Cl.) and REID (E.M.) (1915). — *The pliocene Floras of the Dutch-Prussian border*. (Meded. Rijksopsporing Delfstoffen, n° 6, 179 p., 4 text.-fig., 20 pl., The Hague).
- REID (E.M.) (1920). — *Recherches sur quelques graines pliocènes du Pont-de-Gail (Cantal)*. (Traduction de P. MARTY). (B.S.G.F., (4), 20, pp. 48-87, 2 pl.).
- REID (E.M.) (1923). — *Nouvelles recherches sur les graines du Pliocène inférieur du Pont-de-Gail (Cantal)*. (Traduct. de P. MARTY). (B.S.G.F., (4), t. 23, pp. 308-355, pl. 10-11).
- REROLLE (L.) (1884-85). — *Flore fossile de Cerdagne*. (Rev. Sc. Nat. Montpellier, 3^e sér., t. 4, p. 167-191, 252-298, 368-386, pl. 4-6 et pl. 9-14).
- REY (M.) et DEPAPE (G.) (1949). — *Florule mio-pliocène des environs de Saint-Flour (Cantal)*. (Assoc. franç. pour l'Avanc. des Sc., Actes 68^e Congrès. Clermont-Ferrand).

- SANBORN (E.I.) (1935). — *The Comstock Flora of West Central Oregon*. (Carn. Inst. Washington, Pub. 465, p. 1-28, 10 pl., 1937).
- SAPORTA (G. DE) (1858-60). — *Note sur les plantes fossiles de la Provence*. (Bull. des séances Soc. vauchoise des Sc. nat., t. 6, p. 505-514, Lausanne).
- SAPORTA (G. de) (1862-89). — *Etudes sur la végétation du Sud-Est de la France à l'époque tertiaire*. (Ann. Sc. nat., Botanique).
- (1862 a). — *Préliminaires*, (sér. 4, t. 16, p. 309-345, pl. 17).
- (1862 b). — *Lignites inférieurs*, (s. 4, t. 17, p. 191-311, pl. 1-14).
- (1863). — *Gargas, Sault, Gignac près Apt (Vaucluse), Castellane*, (s. 4, t. 19, p. 5-124, pl. 1-11).
- (1865 a). — *Saint-Jean de Garguier, Fenestrelle près Aubagne, Vallée de l'Huveaune (Bouches-du-Rhône)*. (s. 5, t. 3, p. 5-152, pl. 1-8).
- (1865 b). — *Armissan, près Narbonne (Aude)*, (s. 5, t. 4, p. 5-264, pl. 1-13).
- (1867 a). — *Manosque, Bois d'Asnon, Bonnieux près Apt (Vaucluse)*, (s. 5, t. 8, p. 5-136, pl. 1-15).
- (1868 a). — *Argiles du bassin de Marseille*, (s. 5, t. 9, p. 5-62, pl. 1-7).
- (1872). — *Supplément, Aix., Révision*, (s. 5, t. 15, p. 277-351, pl. 15-16).
- (1873 a). — *Supplément, Aix., Révision*, (s. 5, t. 17, p. 5-44, pl. 1-5).
- (1873 b). — *Supplément, Aix., Révision*, (s. 5, t. 18, p. 23-146, pl. 6-18).
- (1888 a). — *Dernières adjonctions, Aix*, (s. 7, t. 7, p. 1-104, pl. 1-10).
- (1889). — *Dernières adjonctions, Aix*, (s. 7, t. 10, p. 1-192, pl. 1-20).
- SAPORTA (G. DE) (1867 b). — *La flore des tufs quaternaires de Provence*. (C.R. 33^e sess., Congr. Scient. de France, 32 p., 1 pl., Aix).
- SAPORTA (G. DE) (1868 b). — *Note sur la flore fossile de Coumi (Eubée)*. (B.S.G.F., (2), 25, p. 315-328).
- SAPORTA (G. DE) (1868 c). — *Prodrome d'une flore fossile des travertins anciens de Sézanne*. (Mém. Soc. Géol. de France, 3^e s., t. 7, Mém. in-8, p. 289-437, pl. 22-27).
- SAPORTA (G. DE) (1873 c). — *Sur les caractères propres à la végétation pliocène à propos des découvertes de J. RAMES, dans le Cantal*. (B.S.G.F., (3), t. 1, p. 212-232).
- SAPORTA (G. DE) (1878). — *Flore des Arkoses de Brives*. (Ann. Soc. agric. Sc. Arts et Comm. du Puy, vol. 33, 72 p., 6 pl.).
- SAPORTA (G. DE) (1879). — *Le monde des plantes avant l'apparition de l'Homme*, (in-8°, 416 p., 118 fig.-texte, 13 pl., Paris).
- SAPORTA (G. DE) (1880). — *Notice sur les Vég. fos. de la craie du Havre*. (Bull. Soc. Géol. de Normandie, t. 6, pp. 640-661, pl. 1-4).
- SAPORTA (G. DE) (1884). — *Nouvelles observations sur la flore fossile de Mogi, dans le Japon méridional*. (Ann. Sc. Nat. Botanique, s. 6, t. 17, p. 73-106, 11 fig.-texte, pl. 6-9).
- SAPORTA (G. DE) (1885). — *L'évolution du règne végétal. II. Les Phanérogames*, (2 vol. in-8°, I : 252 p., 106 fig.; II : 248 p., 30 fig.).
- SAPORTA (G. DE) (1888 b). — *Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'Homme*, (in-12, 360 p., 43 fig.-text., Paris).
- SAPORTA (G. DE) (1891). — *Recherches sur la végétation du niveau aquitain de Manosque*. (Mém. Soc. Géol. de France, Paléontologie, t. 3, Mém. n° 9, 83 p., 20 pl.).
- SAPORTA (G. DE) (1893). — *Sur les rapports de l'ancienne Flore avec celle de la région provençale actuelle*. (B.S.B.F., t. 40, s. 2, réunion extraordinaire à Montpellier, p. 10-36, 3 pl.).
- SAPORTA (G. DE) et MARION (A.F.) (1873). — *Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes heersiennes de Gelinden*. (Acad. royale des Sc., lettres et beaux-arts de Belgique, t. 37, 94 p., 12 pl.).
- SAPORTA (G. DE) et MARION (A.F.) (1876). — *Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. Introd. stratigraph.* par A. FALSAN. (Arch. Mus. Hist. Natur. de Lyon, t. 1, p. 131-335, pl. 22-38).
- SAPORTA (G. DE) et MARION (A.F.) (1878). — *Révision de la Flore heersienne de Gelinden*. (Mém. Acad. roy. de Belgique, t. 41, 112 p., 14 pl.).
- SCHIMPER (W.Ph.) (1869-74). — *Traité de Paléontologie végétale*. (3 vol. et Atlas, 110 pl., Paris).

- SCHIMPER (W.Ph.) et SCHENK (A.) (1891), In ZITTEL (K.A.). — *Traité de Paléontologie. Part. II. Paléophytologie. Traduit de l'Allemand par Ch. BARROIS.* (Paris, in-8°, 950 p., 432 fig.).
- SCHNEIDER (C.K.) (1906-1912). — *Illustriertes Handbuch der Laubholzkunde.* (Bd. I, 810 p., 460 abb. im Text., Bd. II, 1070 p., 628 Abb., G. FISCHER, Iena).
- SEWARD (A.C.) (1925). — *Notes sur la flore crétacique du Groenland.* (Livre jubil. Soc. Géol. de Belgique, Liège. Traduction de S. LECLERCQ).
- SEWARD (A.C.) (1926). — *The Cretaceous Plant-bearing rocks of Western Greenland.* (Phil. trans. of the Royal Soc. of London, Ser. B., vol. 215, p. 57-175, pl. 4-12).
- SEWARD (A.C.) (1931). — *Plant Life Through the Ages,* (601 p., 140 text-fig., University Press, Cambridge).
- SEWARD (A.C.) and CONWAY (V.M.) (1935 a). — *Fossil Plants from Kingigtok and Kagdlunguak, West Greenland.* (Medd. om Gronland, Bd. 93, N° 5, 41 p., 5 pl., 21 text-fig., Kobenhavn).
- SEWARD (A.C.), CONWAY (V.M.) (1935 b). — *Additional Cretaceous Plants from Western Greenland.* (Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingar, Bd. 15, N° 3, 41 p., 6 pl., 32 text-fig., Stockholm).
- SEWARD (A.C.) (1938). — *The story of the Maidenhair Tree (G. biloba L.).* (Science Progress, N° 127, p. 420-440, London).
- SHUN-CHING (M.F.) (1935). — *Forest Botany of China.* (The Commercial Press Limited, Shangai, Chine).
- STEFANOFF et JORDANOFF (1935). — *Studies upon the pliocene Flora of the Plain of Sofia* (Bulgarie).
- STRAUS (A.) (1930). — *Dikotyle Pflanzenreste aus dem Oberpliozän von Willershausen.* (Kreis Osterode, Harz) 1. (Jahrb. der Preussischen Geol. Land., 51).
- STRAUS (A.) (1956). — *Beiträge Zur Kenntnis Der Pliocänflora von Willershausen, Krs. Osterode (Harz) V. — Die Gattungen Castanea und Quercus.* (Abh. der Deuts. Akad. der wissenschaften zu Berlin. Jahr. Nr. 4).
- SZAFER (W.) (1946). — *The Pliocene Flora of Kroskienko in Poland. Part. I.* (Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. P.A.U.). (Acad. Sci. Lettres de Cracovie, t. 72, N° 1, p. 1-162; Part II. *ibid.*, N° 2, p. 163-213).
- SZAFER (W.) (1951). — *The Family Eucommiaceae in the Tertiary of Europe.* (Odbitka Kosmosu, Ser. A, t. 66, R. 1948-1951, z. 1-3, Cracov)
- TANAI (T.) (1952 a). — *Des fossiles végétaux dans le bassin houiller de Nishitagawa,* (Préfecture de Yamagata, Japon). (Jap. Journ. Geol. Geog., Vol. 22, pp. 119-135, (en Français).
- TANAI (T.) (1952 b). — *Notes à propos de quelques plantes fossiles dans le groupe d'Ennichi, (Yongil), de Corée méridionale.* (Trans. Proc. Palacont. Soc. Jap, N. S., N° 8, pp. 231-236), (en Français).
- TANAI (T.) (1953). — *Notes on some Plant Fossils from Ennichi, (Yongil) Group in Southern Korea.* (Trans. Proc. Palacont. Soc. Jap., N. S., N° 9, pp. 1-7), (en Anglais).
- TANAI (T.) (1955). — *Illustrated Catalogue of Tertiary Plants in Japanese Coal Fields. — I. Early and Middle Miocene Floras.* (Rep. N° 163. Geol. Surv. of Japan). (En Japonais, résumé en Anglais).
- TEMPLETON (B.C.) (1953). — *A new record of Pine Cone for the Miocene Epoch.* (Bull. S. Calif. Acad. of Sc., Vol. 52, Part 2).
- TORCAPEL (A.) (1881-82). — *Le plateau des Coirons (Ardèche) et ses alluvions sous-basaltiques.* (B.S.G.F., (3), t. 10, pp. 406-421).
- UNGER (Fr.) (1847). — *Chloris protogaea. Beiträge zur Flora der Vorwelt.* (150 p., 50 Taf., Leipzig).
- UNGER (Fr.) 1850). — *Die fossile Flora von Sotzka.* (Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss., math. nat. Cl, Bd. 2, 67 p., 47 Taf. Wien).
- UNGER (Fr.) (1852). — *Iconographia plantarum fossilium.* (Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss., math. nat. Cl, Bd. 4, 46 p., 22 Taf.).
- UNGER (Fr.) (1854). — *Die fossile Flora von Gleichenberg.* (Denkschr. d. K. Akad. d. Wiss., math. nat. Cl, Bd. 7, p. 157-184, Taf. 1-8).
- UNGER (Fr.). — *Sylloge plantarum fossilium.* (Denkschr. K. Akad. d. Wiss., math. nat. Cl,
(1860). — Bd. 19, I Th., 48 p., 21 Taf.
(1863). — Bd. 20, II Th., 36 p., 12 Taf.
(1865). — Bd. 25, III Th., 76 p., 24 Taf.

- UNGER (Fr.) (1867). — *Die Fossile Flora von Kumi auf der Insel Euboea*. (Denkschr. K. Akad. d. Wiss., math. nat. Cl., Bd. 27, 66 p., 17 Taf.).
- UNGER (Fr.) (1868). — *Die fossile Flora von Radoboj*. (Denkschr. d. Kais. Akad. d. W., math. nat. Cl., Bd. 29, 46 p., 5 Taf.).
- UNGER (Fr.) (1869). — *Die Fossile Flora von Szanto in Ungarn*. (Denkschr., math. naturw. Cl., kais. Akad. Wiss., Bd. 30, s. 1-20, Wien).
- VAUX (R. DE LA) et MARTY (P.) (1920). — *Nouvelles recherches sur la flore fossile des environs de Varennes (Puy-de-Dôme)*. Introd. géolog. par Ph. GLANGEAUD. (Rev. gén. de Bot., t. 32, p. 282-300, 327-336, 351-368, pl. 11-13).
- WATELET (1866). — *Description des fossiles du Bassin de Paris* (264 p., 60 pl., Baillièrre, Paris).
- WEBER (C. Ott.) (1852). — *Die Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlen-Formation*. (Paläontographica, Bd. 2, 122 p., 8 pl., Cassel).
- WEDDELL (1856). — *Observations au sujet du Cèdre de l'Himalaya*. (B.S.B.F., t. 3, p. 178).
- WESSEL (Ph.) u. WEBER (C. O.) (1856). — *Neuer Beitrag zur Tertiärflora der Niederrheinischen Braunkohlen-Formation*. (Paläontographica, Bd. 4, p. 1-58, Taf. 1-11, Cassel).
-

INDEX ALPHABÉTIQUE

DES FAMILLES, GENRES ET ESPÈCES CITÉS

<i>Abies</i> (pollens).....	276	<i>Acer</i> <i>longipes</i>	190, 191, 195, 244
<i>Abies</i> <i>amabilis</i>	29	<i>monspessulanum</i>	190, 195, 198, 199, 233, 239, 256, 267, 269
<i>balsamea</i>	32	- <i>opulifolium</i>	194
— <i>bracteata</i>	31	— <i>palaeocampestre</i>	232
— aff. <i>A. cephalonica</i>	29, 31	— <i>pictum fossilis</i>	190
— <i>cephalonica</i>	30, 238	— <i>pseudocampestre</i>	191, 194, 198, 232, 235, 258, 267
— <i>cilicica</i>	31	<i>pseudomonspessulanum</i>	190, 198
— <i>concolor</i>	29	<i>pseudoplatanus</i>	194, 267
— <i>gordoniana</i>	29	<i>subcampestre</i>	194
— <i>homolepis</i>	32	<i>trilobatum</i>	20
— <i>magnifica</i>	29	- <i>trimerum</i> var. <i>decipiens</i>	190
— <i>pectinata</i>	30, 31, 38	<i>trimerum</i> var. <i>pseudomonspessulanum</i>	198
— <i>pinsapo</i>	30	<i>Tucheri</i>	191
— <i>Ramesi</i>	31, 32	— <i>Wilsonii</i>	191
— <i>sibirica</i>	32	<i>Adiantum</i> <i>renatum</i>	25
<i>Abronia</i> <i>Bronnii</i>	158, 233, 241	— <i>reniforme</i>	24, 25, 28, 233, 249, 258
— <i>cycloptera</i>	158	<i>Adiantites</i> <i>senigalliensis</i>	24, 25, 28
— <i>micrantha</i>	158, 241	<i>Alismacites</i>	232
Acéracées	188	<i>Alnus</i> (pollens)	276
<i>Acer</i> <i>bolanderi</i>	190	- <i>acuminata</i>	62
— <i>calcaratum</i>	191	<i>carpinoides</i>	264
— <i>campestre</i>	194, 195, 198, 199, 232, 235, 236, 267	<i>cordata</i>	58
<i>chapaense</i>	190	<i>cordifolia</i>	58, 59
— <i>creticum</i>	198	<i>elliptica</i>	58
— <i>creticum pliocenicum</i>	190	<i>glutinosa</i>	58, 62, 267
— <i>decipiens</i>	188, 190, 191, 195, 244, 258, 264	<i>Kefersteinii</i>	59, 62, 241, 264
<i>eriocarpon</i>	199	<i>latior</i>	59
<i>floridanum</i>	194	aff. <i>A. nepalensis</i>	57, 233
<i>florini</i>	190, 264	<i>nepalensis</i>	58, 59, 245
— <i>giraldi</i>	199	<i>serrulata</i>	59
— <i>inaequilobum</i>	190	— <i>subcordata</i>	59
<i>integrilobum</i>	188, 190	<i>tenusifolia</i>	59, 241, 257
<i>laetum</i>	191	<i>viridis</i>	267
— <i>leucoderme</i>	194		

- Amygdalus insignis* 215
Andromeda protogaea 232
— *vaccinifolia* 232
Apeibopsis Delaesi 232
Appolonias canariensis 149, 232
Aquifoliacées 126
Araliacées 157
Ardisia daphnoides 164
— *elegans* 161
— *gallica* 160, 244
— *Harpyarum* 164
— *maculosa* 164
— *paucinervis* 161, 164
— *tetramera* 161, 244, 252
Aristolochia cretica 157
— *elegans* 157
— *primaeva* 157, 232
Arundinaria japonica 48, 243
Balsamifluacées 121
Bambusa cambonensis 48
— *lugdunensis* 47, 48, 243
Banisteria sotskiana 232
Benzoin aestivale 148, 241
— *antiquum* 148
— *odoriderum* 148
— *paucinerce* 162
Berchemia annamensis 159
— *floribunda* 159, 160, 245, 252
— *giraldiana* 160
— *miofloribunda* 160, 264
— *multinervis* 159, 160, 234, 245, 258, 264
— *prisca* 160
— *racemosa* 160
— *volubilis* 160
Bétulacées 49
Betula (pollens) 276
Betula alba 51, 54
— *alba fossilis* 51
— *Bhojpattra* 49, 50, 55, 57, 243, 254
— *Blancheti* 49, 50, 232
— *Brongniartii* 50
— *crenata* 54
— aff. *B. Delavayi* 56, 233
— *Delavayi* 56, 57, 243
Betula dryadum 50, 54
— aff. *B. Ermanii* 55, 233, 254
— *Ermanii* 55, 57, 243
— *fraterna* 51
— *fruticosa* 54
— aff. *B. globispica* 54, 55, 233
— *globispica* 243
— aff. *B. Jackii* 55, 56, 233
— *lenta* 56
— aff. *B. luminifera* 56, 264
— *luminifera* 50, 56, 57, 243
— *lutea* 56, 57
— *macrophylla* 49, 50, 56, 232, 243, 264
— *mioluminifera* 50, 57
— *ostryaefolia* 51
— *oxydonta* 54
— *prisca* 49, 51, 54, 56, 232
— *pubescens* 51, 54, 236, 267
— *subpubescens* 49, 50, 51, 54, 56, 57, 232, 235, 267
— *ulmifolia* 49, 50, 55, 57, 243, 254
— aff. *B. utilis* 55, 233
— *utilis* 55, 57, 243
— *verrucosa* 54
Betulites denticulatus 51
Bumelia bohemica 232
Buxus sempervirens 267
Caesalpinites reticulatus 232
Callitris Brongniartii 46, 258
— *quadrivalvis* 46, 238
Caprifoliacées 164
Carpinus betulus 66, 67, 267
— *japonica* 66, 243, 254
— *laxifolia* 243
— *minor* 63
— *Neilreichii* 63, 67
— *orientalis* 63, 66, 67, 238
— *pyramidalis* 63, 66
— *suborientalis* 63, 66, 243
— *Tartannowii* 66, 243
— *yedoensis* 66, 67, 243
Carpolites Gervaisi 232
Carpolithus callitriformis 47
Carya (pollens) 276, 278
Carya alba 208
— *bilinica* 205
— *cathayensis* 209
— *egregia* 209, 264
— *minor* 205, 208, 209, 233, 234, 241, 258, 264

- Carya miocathayensis* 209, 264
 — *olivaeformis* 208, 209
 — *ovata* 208
 — *porcina* 208
 — *tomentosa* 208, 209, 241
 — *tonkinensis* 209
- Castanea atavia* 101
 — *crenata* 100
 — *Fargesii* 100
 — *Henryi* 100
 — *hupehensis* 100
 — *japonica* 100
 — *Kubinyi* 101
 — *miomollissima* 264
 — *palaeopumila* 101
 — *pumila* 100
 — *Ungeri* 101
 — *vesca* 100, 239, 258, 264, 267
- Cedrus atlantica* 39, 40, 238
 — *brevifolia* 39
 — *Corneti* 39
 — *Deodora* 39
 — *Leckenbyi* 39
 — *Lennieri* 39
 — *Libani* 39, 238
 — *libanitica* 39
 — *miocenica* 39
 — *vivariensis* 38, 39, 238
- Celastrus Acheruntis* 127
 — *gardonensis* 249
- Celtis auriculata* 139, 142, 239, 258, 264
 — *australis* 142
 — *begonoides* 142
 — *latior* 142
 — *miobungeana* 142, 264
 — *occidentalis* 142
 — *sinensis* 142
 — *Tournefortii* 142, 239
 — *vulcanica* 142
- Cératophyllacées** 127
- Ceratophyllum aquitanicum* 130
 — aff. *C. demersum* 127, 249, 264, 267
 — *demersum* 130, 235, 259
 — *miodemersum* 130
 — *submersum* 130
- Cercis canadensis* 221
 — *chinensis* 221
 — *occidentalis* 221
 — *miochinensis* 221, 264
 — aff. *C. siliquastrum* 220, 264
 — *siliquastrum* 221, 239, 258
- Champignons** 23
- Cinnamomum Buchii* 152
 — *camphora* 152, 153, 157, 245
 — *Heeri* 153
 — *lanceolatum* 152
 — *pedunculatum* 152, 153, 156, 232, 245
 — *polymorphum* 149, 152, 156, 232, 234, 245, 252, 259
 — *rotundatum* 156
 — *Scheuchzeri* 152, 153
 — *transitorium* 153
- Composées** 276
- Cornacées** 178
- Cornus Buchii* 179
 — *distans* aff. *C. macrophylla* 178, 244, 259, 264
 — *distans* aff. *C. sericea* 179
 — *Forchhammeri* 179
 — *macrophylla* 178, 179, 244
 — *mas* 179
 — *megaphylla* 179, 264
 — *miowalteri* 184, 264
 — *platyphylla* 179
 — aff. *C. sanguinea* 179
 — *sanguinea* 178, 179, 184, 233, 235, 236, 264, 267
 — *sericea* 179
 — *studerii* 179
- Corylacées** 63
- Cupressacées** 46
- Cyperites tenuistriatus* 232
Cystopteris fumariacea 232
Daphne palaeolaureola 232
Dombeyopsis Decheni 232
 — *pentagonalis* 232
- Elatocladus Smittiana* 43
- Engelhardtia (pollens)* 278
Engelhardtia chrysolepis 203, 204
 — *Roxburghiana* 204
 — *ultima* 203
 — aff. *E. wallichiana* 203, 233, 252
 — *wallichiana* 203, 204, 245
- Ericacées** 165, 276
- Eucommiacées** 143
- Eucommia europea* 143, 144, 145
 — aff. *E. ulmoides* 143, 144
 — *ulmoides* 143, 144, 145, 244
 — *ulmoides fossilis* 144, 145

Fagacées	71	<i>Ilex acuminata</i>	126
<i>Fagus americana</i>	74	<i>berberidifolia</i>	126
— <i>castaneaefolia</i>	74	<i>canariensis</i>	249
— <i>crenata</i>	271	— <i>cassine</i>	126
— <i>dentata</i>	20	— <i>latifolia</i>	126
— <i>Engleriana</i>	74, 243, 271, 272	— <i>spinescens</i>	127
— <i>ferruginea</i>	74, 270	— <i>undulata</i>	127
— <i>ferruginea fossilis</i>	271		
— <i>grandifolia</i>	74, 270, 271	Incertae Sedis	221
— <i>japonica</i>	254, 270		
— <i>longipetiolata</i>	74, 257, 271, 272	Juglandacées	203
— <i>lucida</i>	271	<i>Juglans acuminata</i>	212
— <i>orientalis</i>	74, 270, 272	— <i>bilinica</i>	213, 233, 259, 264
— <i>phiocenica</i>	71, 74, 234, 243, 258, 264, 270, 271	— <i>minor</i>	205
— <i>pristina</i>	74	<i>miocathayensis</i>	213, 264
— <i>procera</i>	74	<i>nigra</i>	213, 233
— <i>Sieboldii</i>	74, 270, 271, 272	<i>regia</i>	209, 212, 213, 233, 239, 258, 264
— <i>silvatica</i>	74, 267, 270, 271, 272	<i>shanwangensis</i>	212, 264
— <i>silvatica</i> var. <i>chinensis</i>	74	<i>Sieboldiana</i>	212
— <i>washoensis</i>	264	<i>Keteleeria</i>	234, 275, 277
<i>Ficus bumeliaefolia</i>	232	<i>Larix europaea</i>	40, 41, 236
— <i>flexuosa</i>	232	— aff. <i>L. europaea</i>	40, 233, 235, 264, 267
— <i>Fusii</i>	232	— <i>eurolepis</i>	41
— <i>Jynx</i>	232	<i>Griffithii</i>	41, 42, 243
— <i>lanceolata</i>	20	— aff. <i>L. Griffithii</i>	41, 233
<i>Fothergilla gardenii</i>	185	— <i>kurilensis</i>	41
— <i>viburnifolia</i>	185, 264	— <i>leptolepis</i>	41
		— <i>miosinica</i>	264
Fougères	24	— <i>princis rupprechtii</i>	41
<i>Fraxinus denticulata</i>	102	— <i>sibirica</i>	41
— <i>ecocenica</i>	102		
— <i>longiqua</i>	102	Lauracées	145
— <i>Ornus</i>	101, 102, 239	<i>Laurus Benzoin</i>	148
		— <i>canariensis</i>	145, 146, 147, 249
Ginkgoacées	25	— <i>canariensis</i> var. <i>latifolia</i>	146
<i>Ginkgo adiantoides</i>	25, 28, 242, 264	— <i>guiscardi</i>	149, 232
— <i>biloba</i>	25, 28, 233, 234, 242, 257, 258, 264	— <i>Haidingeri</i>	149, 232
— <i>Gardneri</i>	28	— <i>nobilis</i>	145, 146
<i>Gordonia</i> sp.	213, 233, 245, 252	— <i>omali</i>	146
<i>Gordonia axillaris</i>	214	— <i>plutonia</i>	146
— <i>hesperia</i>	214	— <i>primigenia</i>	146, 147, 259
		— <i>princeps</i>	149, 232
Graminées	47	— <i>resurgens</i>	149, 232
<i>Grewia crenata</i>	106		
Hamamélidacées	184	Légumineuses	220
<i>Hedera Helix</i>	157, 224, 232, 233, 235, 249, 259, 267	<i>Lindera benzoin</i>	148, 241
— <i>himalaica</i>	224	— <i>communis</i>	148
		— <i>oregona</i>	148
		— <i>praecox</i>	148
		— <i>reflexa</i>	148
		<i>Liquidambar europea</i>	20, 121, 123, 241, 271
		— <i>formosana</i>	121, 124

<i>Liquidambar miosinica</i>	271	<i>Platanus occidentalis</i>	218
— <i>orientalis</i>	121, 123, 271, 272	— <i>orientalis</i>	218, 239
— <i>styraciflua</i>	121, 123, 124, 241, 271, 272	<i>Picea</i>	234
Magnoliacées	168	<i>Picea</i> (pollens)	276
<i>Magnolia acuminata</i>	168	<i>Picea excelsa</i>	40
— <i>amplifolia</i>	168	Pinacées	29
— <i>cyclopeum</i>	168	<i>Pinites Nilsoni</i>	35
— <i>Dianae</i>	168	— <i>oceanines</i>	29
— <i>grandiflora</i>	168	<i>Pinus Banksiana</i>	42
— aff. <i>M. grandiflora</i>	168	— <i>consimilis</i>	38, 232
— <i>Laurenti</i>	168	— <i>contorta</i>	37
— <i>reticulata</i>	168	— <i>Echinostrobus</i>	38, 232
— <i>soulangiana</i>	168	— <i>Goethana</i>	37
— <i>yulan</i>	168	— <i>halepensis</i>	36, 37
<i>Metasequoia occidentalis</i>	43	— <i>haploxylon</i>	275, 277
<i>Microptelea sinensis</i>	139	— <i>Jovis</i>	34, 35
<i>Muscites pulvinatus</i>	232	— <i>Junonis</i>	34, 35
<i>Myrica Heeri</i>	232	— <i>knowltoni</i>	33
Myrsinacées	160	— <i>Laricio</i>	34, 35, 38, 237
<i>Notela excelsa</i>	249	— <i>maritima</i>	37
Nyctaginacées	158	— <i>montana</i>	37
Nymphéacées	276	— <i>monterumae</i>	36
Oléacées	101	— <i>monticola</i>	34
<i>Oreodaphne Heeri</i>	249	— <i>monticolensis</i>	33, 34
<i>Ostrya Atlantidis</i>	67, 70, 238, 264	— <i>Pinaster</i>	36, 37, 38, 238
— <i>carpinifolia</i>	70, 71, 238	— <i>pinastroides</i>	37
— <i>humilis</i>	70	— <i>ponderosa</i>	34
— <i>japonica</i>	71, 254	— <i>prodromus</i>	35
— <i>knowltonii</i>	71	— aff. <i>P. rigida</i>	32
— <i>oregoniana</i>	264	— <i>rigida</i>	33, 34, 38, 233, 241, 263
— <i>virginiana</i>	70, 71	— <i>Rohani</i>	36
— <i>virginica</i>	70, 257	— type <i>silvestris</i> (pollens)	275, 277
— <i>vivariensis</i>	70, 232	— <i>silvestris</i>	37
— <i>Walkeri</i>	70	— <i>Steenstrupiana</i>	39
<i>Parrotia gracilis</i>	185	— <i>taeda</i>	33
— <i>persica</i>	184, 185, 234, 239, 256, 264, 269	— <i>trichophylla</i>	35
— <i>pristina</i>	184, 185	<i>Pirus communis</i>	267
<i>Pavia septimontana</i>	208	<i>Pittosporum panonicum</i>	232
<i>Persea indica</i>	249	<i>Podocarpus</i> (pollens)	276, 278
— <i>speciosa</i>	149	<i>Polygonatum pliocenicum</i>	267
<i>Persoonia gracilinervis</i>	232	Polypodiacées	276
<i>Phragmites oeningensis</i>	232, 263, 267	<i>Populus aeoli</i>	109
<i>Planera</i> (Zelkova) (pollens)	276	— <i>alba</i>	112, 113, 116, 185, 233, 235, 236, 267
— <i>Ungerii</i>	20	— <i>aurea-tremuloides</i>	120
Platanacées	218	— <i>balsamifera</i>	120
<i>Platanus acerifolia</i>	218	— <i>balsamoides</i>	116, 117, 120, 121
— <i>aceroides</i>	218, 233, 234	— <i>canescens</i>	112, 113
		— <i>canescens pliocenica</i>	109, 112
		— <i>ciliata</i>	121
		— <i>euphratica</i>	116

- Populus fastigiata* 116
grandidentata 120
glandulifera 116, 117, 264
Hebiadum 109
laticor 121, 232
laticor rotundata 117
laurifolia 116
leucophylla 112
hindgreni 264
massiliensis 113, 233
monilifera 121
mutabilis 116
— *nigra* 116, 267
— *palaeoleuce* 112
palaeomelas 117, 120, 121, 233
pliotremuloides 109, 120
pyramidalis 116
quadrata 109
Richardsoni 109
— *Tremula* 108, 109, 112, 113, 116, 121, 185, 235, 236, 252, 254, 264, 267, 269
— *Tremulaefolia* 109, 232
— *tremuloides* 257
Porana inaequiloba 232
Prunus avium 215
— *graeca* 215, 239
— *Mahaleb* 215
— *microdonta* 214, 215, 239, 258
— *pereger* 214, 215
— *Pissardi* 215
Pteris aquilana 24
— *oeningensis* 24, 235, 258, 267
— *silvicola* 24
Pterocarya (pollens) 276, 278
Pterocarya denticulata 20, 205, 232
— *fraxinifolia* 205
Quercus (pollens) 276
Quercus antecedens 89, 270
— *Cardanii* 79, 83, 232
— *castaneaefolia* 93
— *cerris* 20, 87, 92, 97
— *coccifera* 21, 75, 86, 87, 89, 97, 100, 234, 239, 256, 269, 270, 272
— *dakotensis* 83
— *digitata* 82
— *drymeja* 75, 92, 93, 96, 97, 234, 243, 258, 264
— *etymodris* 83
— *fagifolia* 185
— *furcinervis* 79, 232
— *Furuhjelmi* 83
— *groenlandica* 83
— *hispanica* 75, 78, 79, 82, 83, 232, 235, 238, 263, 267, 272
Ilex 20, 21, 75, 86, 87, 88, 89, 97, 232, 238, 256, 267, 269, 270, 272
Quercus Laharpii 92
— *lancifolia* 93
— *libani* 93
— *lusitanica* 78, 79, 82, 263, 272
— *mediterranea* 21, 86, 89, 232, 270
— *michauxii* 100, 232, 241, 259
— *miocariabilis* 96, 264
— *Mirbeckii* 21, 78, 79, 82, 238, 263, 272
— *mongolica* 82
— *palaeocerris* 75, 89, 233, 259
— *pedunculata* 82, 270
— *praecursor* 88, 89, 232
— *praeilex* 88
— *pregrahami* 96
— *Prinus palustris* 100
— *pseudowestfalica* 83
— *regia* 93
— *robur* 81
— *roburoides* 78, 82, 83
— *Sartorii* 93
— *sclerophyllina* 87
— *serrata* 93, 96, 97, 243, 244
— *sessiliflora* 78, 79, 82, 83, 100, 235, 236, 267, 270, 272
— *suber* 21, 37
— *subcrenata* 87
— *Szirmaryana* 86, 87
— *triangularis* 185
— *undulata* 185
— *vesca* 93
— *xalapensis* 93, 96
Rhamnaceae 159
Rhus pluriloba 232
Rosaceae 214
Rosa charayri 232
Salicaceae 107
Salix acutissima 107, 108, 235, 267
— *alba* 267
— *cinerea* 232
— *fragilis* 108, 235, 236
— *integra* 164
— *paucinervis* 164
— *triandra* 108, 235, 236, 267
— *varians* 108
Sapindaceae 199
Sapindus angusta 202
— *bilinicus* 202, 203
— *Delavayi* 200, 244
— *densifolius* 202
— *Drummondii* 200
— *esculentus* 202
— *falcifolius* 20, 199, 202, 203, 233, 244, 264

- Sapindus marginatus* 200
 — *Mukorossii* .. 200, 202, 203, **244**, 257, 264
 — *oregonianus* 200, 202, 264
Sassafras 232
Sciadopitys 234
Sciadopitys (pollens) 276, 277
Sequoia gigantea 43
 — *Langsdorfii* **42**, 43, 256, 258, 259, 264
 — *sempervirens* 43, **241**, **256**, 257
Sequoiites Langdortii 43
Sphaeria sp. 23
Sphaeria caryae 23
 — *Dryadum* 23
Sphenobaiera 28
Stercularia tenuicervis 232
Styrax pristinum 185
Sus major 268
- Taxodiacees** 42
Taxodium (pollens) 276
Taxodium distichum 277
 — *mucronatum* 277
Taxus baccata 43
Terminalia 21
Tetrclinis articulata 46
- Théacées** 213
Thuya articulata 46
- Tiliacées** 103
Tilia (pollens) 276
Tilia aspera 106
 — *cretacea* 106
 — *distans* 107
 — *leptocarya* 103, **245**
 — *lignitum* 103
 — *malmgreni* 107
 — *mandshurica* 106
 — *mastajana* 103, 233, 245, 258
 — *microphylla* 103
 — *parvifolia* 107
 — *premurensis* 107
 — *ulmifolia* 106, 107
 — *Vidali* 103, 107
 — *vindobonensis* 103
Tragocerus amaltheus 278
Tsuga (pollens) 276, 277
Tsuga europea 40
 — *Sieboldii* 40
- Ulmacées** 130
Ulmus (pollens) 276
Ulmus acuminata 138
 — *americana* 135, 138, 139, 232, **241**
 — *antiquissima* 139
- Ulmus Braunii* aff. *U. campestris* **138**, 232, 235, 258, 267
 — *Braunii* 139
 — *campestris* .. 135, 138, 139, 235, **236**, 267
 — *ciliata* 138
 — *Cocchii* 138
 — *Cocchii* aff. *U. americana* **135**, 232, 241
 — *effusa* 135, 267
 — *Fischeri* 135
 — *oppositinervis* 139
 — *pedunculata* 139
 — *primaeva* 139
 — *urticaefolia* 138
 — *Wimeriana* 135
Vaccinium acheronticum **165**, 245, 259
 — *modestum* 165
 — *ovatifolium* 165, **245**, 254
 — *stamineum* 165
Viburnum rugosum **164**, 165, 259
- Vitacées** 169
Vitis aestivalis 173
 — *betulifolia* 169, 172, 233, **244**
 — *Bronneri* 178
 — *cordifolia* 169, 173
 — *crenata* 173
 — *flexuosa* 172
 — *Hookeri* 175
 — *labrusca* 176
 — aff. *V. labrusca*, forme *Thunbergii* **176**, 233
 — *olriki* 173
 — *praevinifera* 173, 175, 239
 — *reticulata* 169
 — *silvestris* 175
 — *subintegra* 176
 — *teutonica* 169, 172, 175, 178
 — *Thunbergii* 175, 176, **244**, 254
 — *vinifera* 172, 173, 175, 178, **239**, 267
 — aff. *V. vinifera* var. *praevinifera* .. **173**, 259
 — *vivariensis* 172, 173, 239
- Xyloma* sp. 23
Xylomites ficiculus 23
 — *grandis* 23
 — *sagoriamus* 23
- Zelkova acuminata* 131, 134, **244**, 254, 264
 — *crenata* 130, 134, 233, **239**, 258, 264
 — *cretica* 130
 — *Davidii* 131
 — *keaki* 131, 244
 — *protokeaki* 134
 — *serrata* 131, **244**
 — *sinica* 131
 — *Ungeri* 134
 — *Ungeri* aff. *Z. acuminata* **131**, 258
 — *Ungeri* aff. *Z. crenata* 130
 — *Zizyphus quadriloba* 232

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	7
INTRODUCTION	9

PREMIÈRE PARTIE

LA FLORE FOSSILE MACROSCOPIQUE

<i>Chapitre I.</i> — HISTORIQUE	19
<i>Chapitre II.</i> — DESCRIPTION DES ESPÈCES	23

	Pages		Pages
CHAMPIGNONS	23	Cératophyllacées	127
FOUGÈRES	24	Ulmacées	130
PRÉPHANÉROGAMES	25	Eucommiacées	143
Gingkoacées	25	Lauracées	145
PHANÉROGAMES	29	Araliacées	157
GYMNOSPERMES	29	Nyctaginacées	158
Pinacées	29	Rhamnacées	159
Taxodiacées	42	Myrsinacées	160
Cupressacées	46	Caprifoliacées	164
ANGIOSPERMES	47	Ericacées	165
Graminées	47	Magnoliacées	168
Bétulacées	49	Vitacées	169
Corylacées	63	Cornacées	178
Fagacées	71	Hamamélidacées	184
Oléacées	101	Acéracées	188
Tiliacées	103	Sapindacées	199
Salicacées	107	Juglandacées	203
Balsamifluacées	121	Théacées	213
Aquifoliacées	126	Rosacées	214
		Platanacées	218
		Légumineuses	220
		Incertæ Sedis	221

<i>Chapitre III.</i> — LISTE DES ESPÈCES ÉTUDIÉES ET RÉPARTITION PAR GISEMENTS	227
<i>Chapitre IV.</i> — COMPARAISON DE LA FLORE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTIQUES DU COIRON AVEC LES FLORES ACTUELLES	235
— Groupe de l'Europe tempérée	235
— Groupe de la région méditerranéenne	237
— Carte indiquant l'habitat approximatif des plantes vivantes comparables aux espèces fossiles des environs de Privas	Hors-texte
— Groupe américain	241
— Groupe d'Extrême-Orient	242
<i>Chapitre V.</i> — CONDITIONS CLIMATIQUES SOUS LESQUELLES SE DÉVELOPPAIT LA FLORE FOS- SILE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTIQUES DU COIRON	255
<i>Chapitre VI.</i> — COMPARAISON DE LA FLORE DES ALLUVIONS SOUS-BASALTIQUES DU COIRON AVEC LES FLORES TERTIAIRES	259
<i>Chapitre VII.</i> — AGE DE LA FLORE FOSSILE DU COIRON	265
<i>Chapitre VIII.</i> — REMARQUES SUR QUELQUES ESPÈCES PALÉONTOLOGIQUES DE LA FLORE MIOCÈNE DU COIRON ET SUR LEUR DESCENDANCE HYPOTHÉTIQUE ACTUELLE	269

DEUXIÈME PARTIE

PALYNOLOGIE

par F. FIRTION

I. — Description des Pollens observés	275
II. — Remarques sur les spectres polliniques	277
CONCLUSIONS GÉNÉRALES	279
BIBLIOGRAPHIE	281
INDEX ALPHABÉTIQUE DES FAMILIES, GENRES ET ESPÈCES CITÉS	293

DEUXIÈME THÈSE

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES TERRAINS TERTIAIRES,
DE LA TECTONIQUE ET DU VOLCANISME
DU MASSIF DU COIRON
(Sud-Est du Massif Central français)



VU ET APPROUVÉ
Clermont-Ferrand, le 20 mars 1956

*Le Doyen de la Faculté
des Sciences :*
H. DELANGE

VU ET PERMIS D'IMPRIMER
Clermont-Ferrand, le 28 mars 1956

*Le Recteur de l'Académie
de Clermont :*
P. LOUIS

PLANCHES

PLANCHE I

1. — *Abies* aff. *A. cephalonica* Loud. (Rochessauve)
2. — *Sequoia Langsdorfii* (Brongn.) Heer. (Charay)
3. — *Betula subpubescens* Goep. (Charay)
4. — *Larix* aff. *L. europaea* D.C. (Rochessauve)
5. — *Fagus pliocenica* Sap. (Pourchères)
6. — *Carpinus suborientalis* Sap., 1^{re} variété. (Charay)
7. — Fragment de cône de *Pinus Pinaster* Sol. (Rochessauve)
8. — *Alnus* aff. *A. nepalensis* Don. (Rochessauve)
9. — *Carpinus suborientalis* Sap., 1^{re} variété. (Charay)
10. — *Carpinus suborientalis* Sap., 3^e variété. (Charay)
11. — *Gordonia* sp. (Graine). (Rochessauve)
12. — *Sapindus falcifolius* Al. Br. (Rochessauve)
13. — *Fagus pliocenica* Sap. (Pourchères)
14. — *Acer pseudocampestre* Unger. (Charay)
15. — *Juglans regia* L. (Rochessauve)
16. — *Engelhardtia* aff. *E. wallichiana* Lindl., involucre. (Rochessauve)
17. — *Acer decipiens* Al. Br. (Rochessauve)
18. — *Cinnamomum polymorphum* (Al. Br.) Heer. (Rochessauve)
19. — *Hakea* sp., graine. (Pourchères)
20. — *Quercus serrata* Thunb. Feuille d'un chêne actuel, cueillie dans la province du Kiang-si (S.-E. de la Chine). (Herbier Boulay)
21. — *Quercus hispanica* Rer. (Rochessauve)
22. — *Zelkova Ungerii* Kov. aff. *Z. acuminata* Planch. (Rochessauve)
23. — *Parrotia persica* C. A. Meyer. (Charay)



PLANCHE II

1. — *Platanus aceroides* Goepp. (Pourchères)
2. — *Ardisia gallica* N. Boulay. (Rochessauve)
3. — *Carya minor* Sap. et Mar., portion de feuille à 5 folioles. (Charay)
4. — *Populus alba* L. (Rochessauve)
5. — *Populus Tremula* L. (Rochessauve)
6. — *Vitis teutonica* Al. Br., graine. (Charay)
7. — *Celtis auriculata* N. Boulay. (Charay)
8. — *Quercus* aff. *Q. michauxii* Nutt., gland. (Rochessauve)
9. — *Ulmus Cocchii* Gaudin. (Charay)
10. — *Castanea vesca* Gaertn. (Rochessauve)
11. — *Cinnamomum polymorphum* (Al. Br.) Heer. (Rochessauve)
12. — *Ulmus* aff. *U. campestris* L. (Charay)
13. — *Vitis teutonica* Al. Br. (Rochessauve)
14. — *Zelkova Ungerii* Kov. aff. *Z. crenata* Spach. (Rochessauve)
15. — *Sapindus falcifolius* Al. Br., rameau. (Rochessauve)

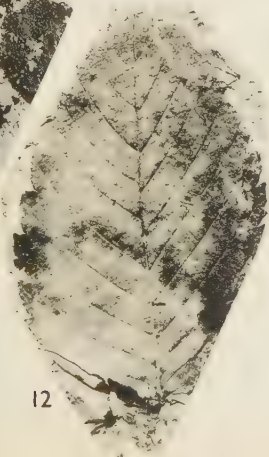


PLANCHE III

1. — *Vitis* aff. *V. Thunbergii* S. et Z. (Rochessaue)
2. — Rameau de *Quercus Ilex* L. (Rochessaue)
3. — *Pinus Laricio* Poir. (Rochessaue)
4. — *Cedrus vivariensis* N. Boul. (Charay)
5. — *Parrotia persica* C. A. Mey. (Charay)
6. — *Populus balsamoides* Goepp. (Rochessaue)
7. — *Pinus* aff. *P. rigida* Mill. (Rochessaue)
8. — Rameau de *Quercus drymeja* Ung, grossissement $\times 3$. (Rochessaue)

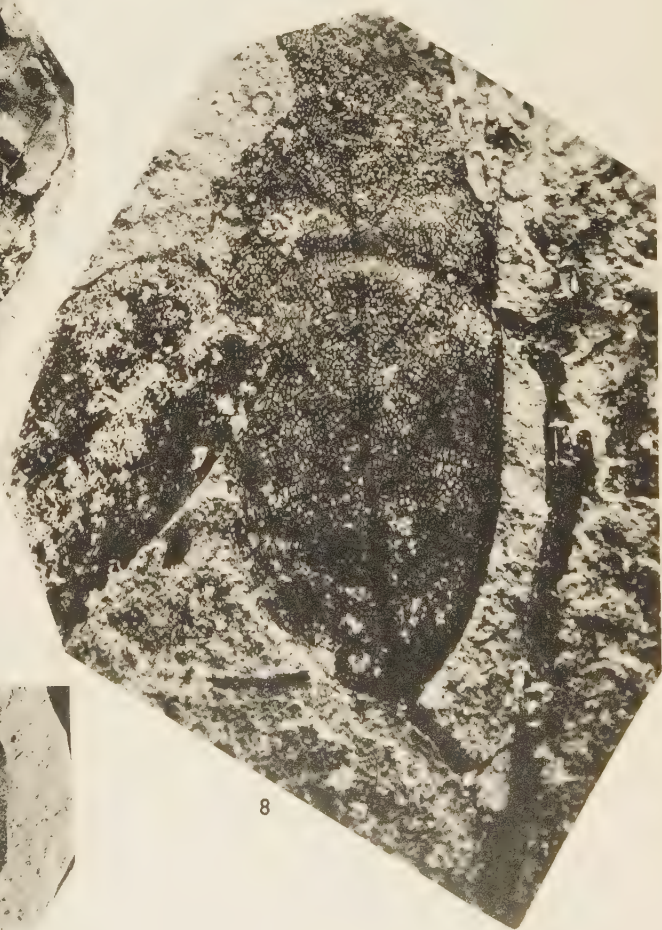
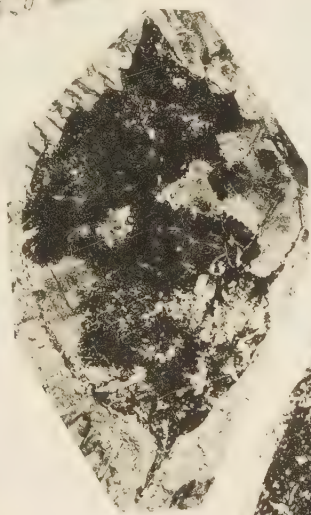
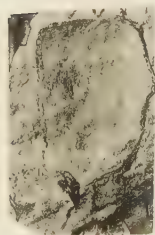
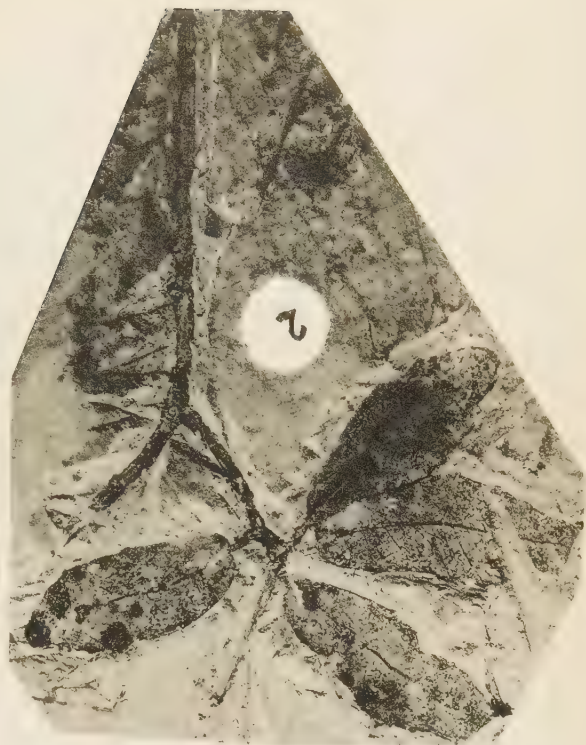
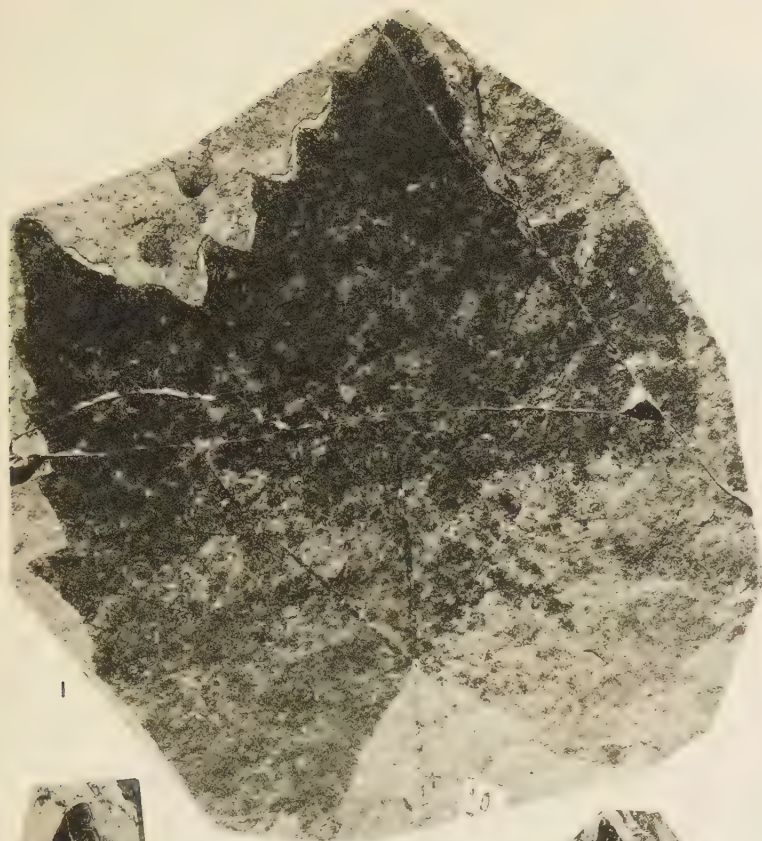
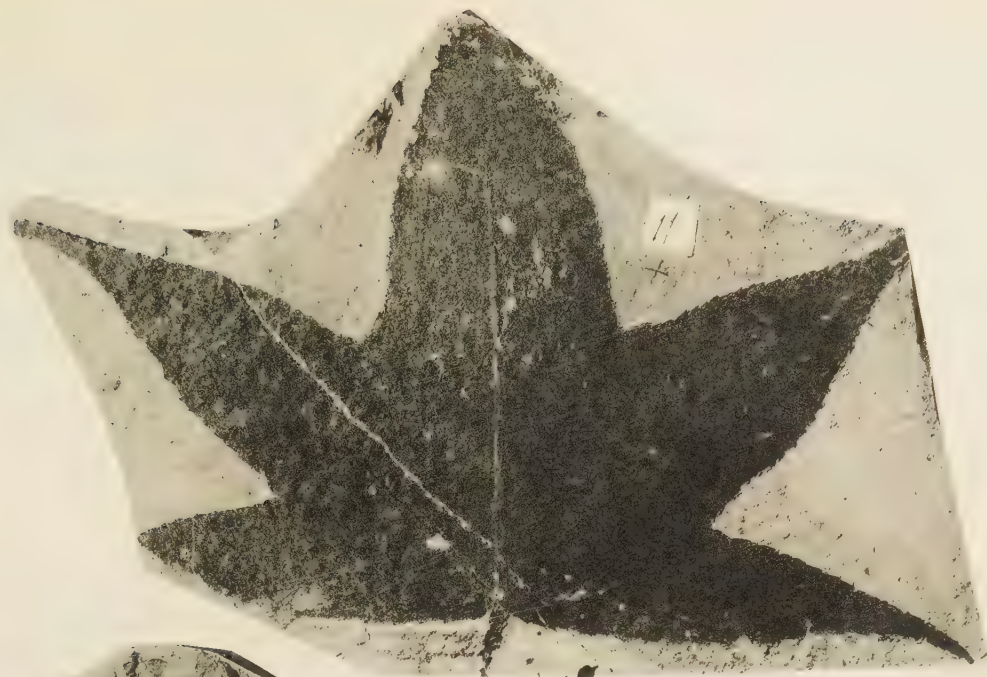
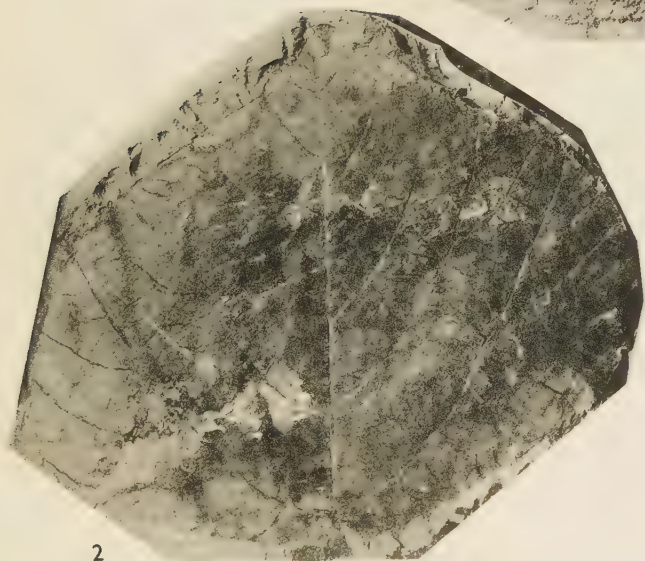


PLANCHE IV

1. — *Liquidambar europaea* Al. Br. (Rochessauve)
2. — *Populus massiliensis* Sap. (Charay)
- 3, 6. — Feuilles de *Quercus serrata* Thunb.,
cueillies dans la province du Kiang-si, Chine,
(Herbier Boulay).
4. — *Carya minor* Sap. et Mar., foliole. (Rochessauve)
5. — *Vitis teutonica* Al. Br. (Rochessauve)
7. — *Cornus* aff. *C. macrophylla* Wall. (Charay)



1



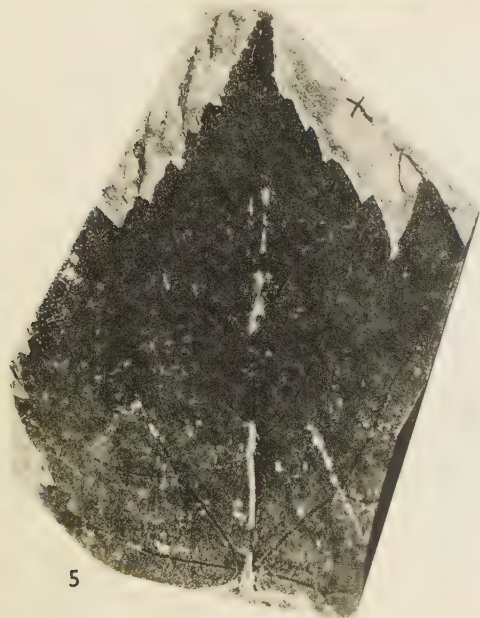
2



3



4



5



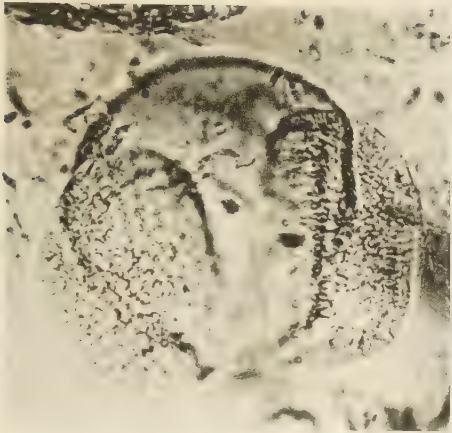
6



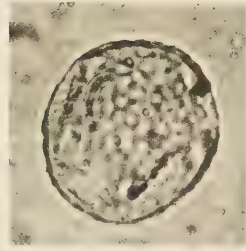
7

PLANCHE V

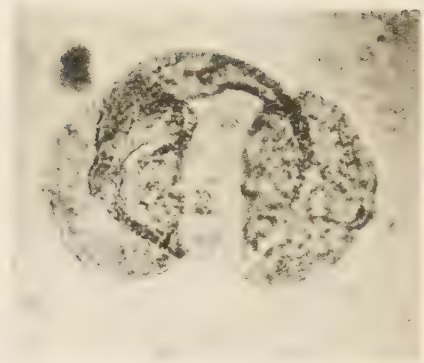
1. — *Pinus* type *silvestris*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
2. — *Ulmus*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
3. — *Pinus* type *silvestris*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
4. — *Abies*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
5. — *Keteleeria* ?, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
6. — *Keteleeria* ?, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
7. — *Abies*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)



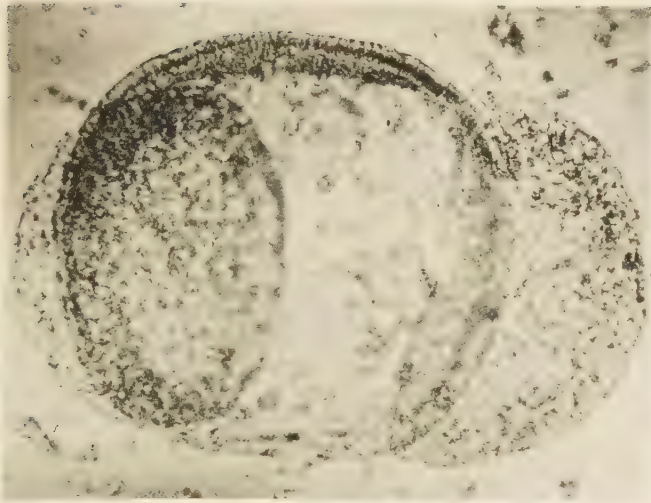
1



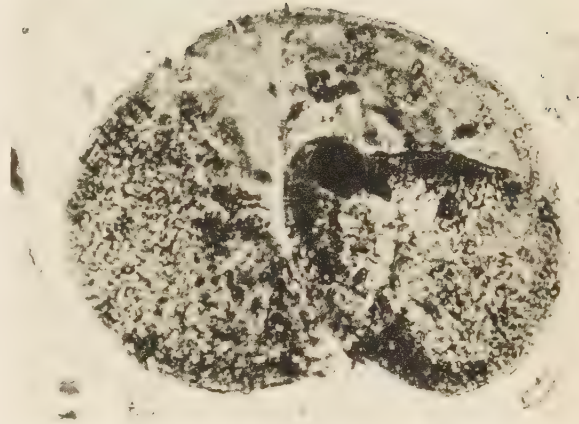
2



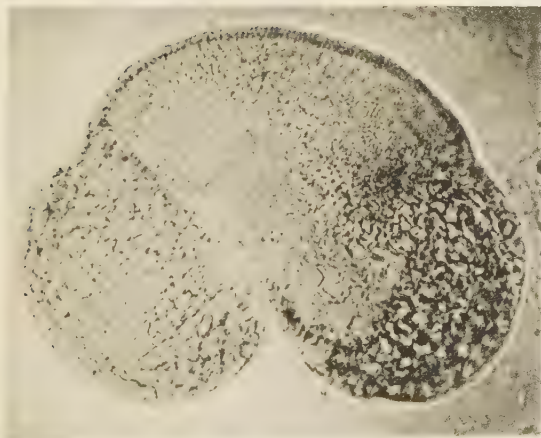
3



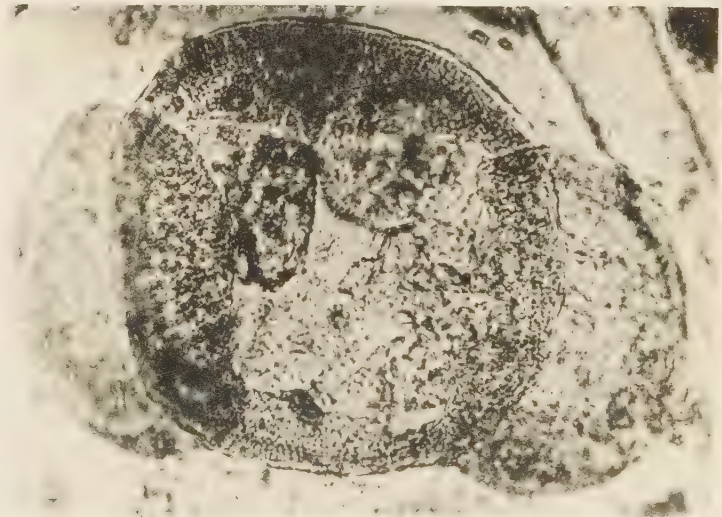
4



5



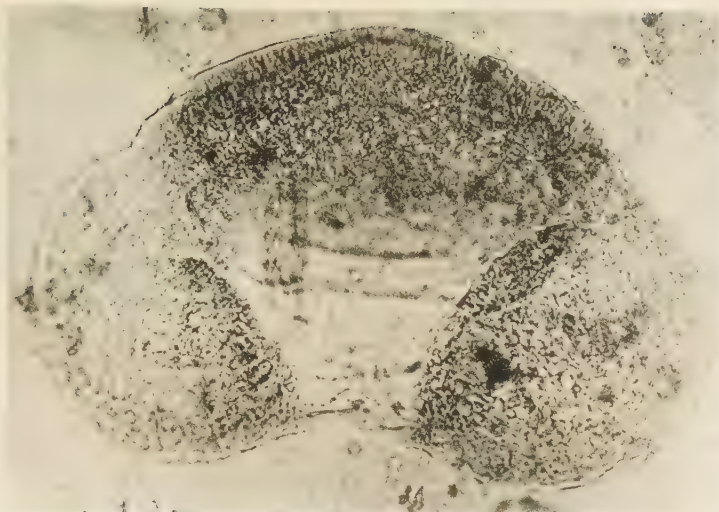
6



7

PLANCHE VI

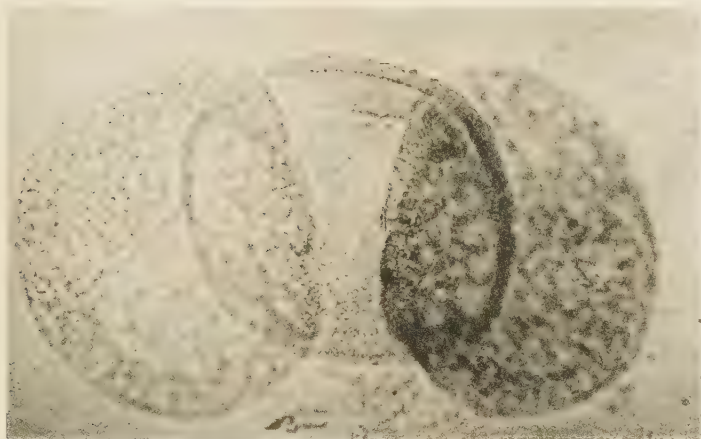
1. — *Abies*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
2. — *Abies*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
3. — *Abies*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
4. — *Abies*, grossissement $\times 460$, malformation du
corps pollinique. (Pourchères)
5. — *Picea*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
6. — *Picea*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)



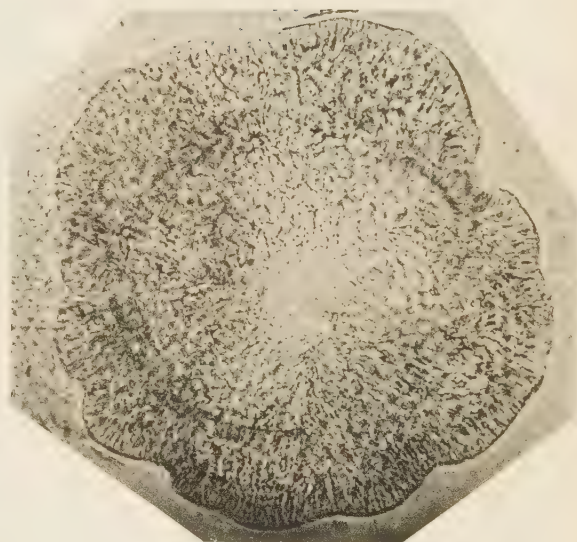
1



2



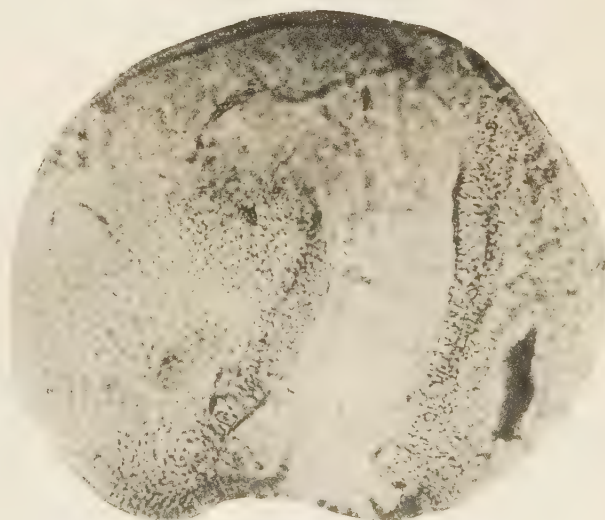
3



4



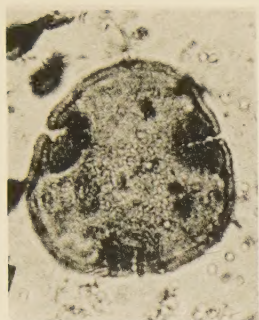
5



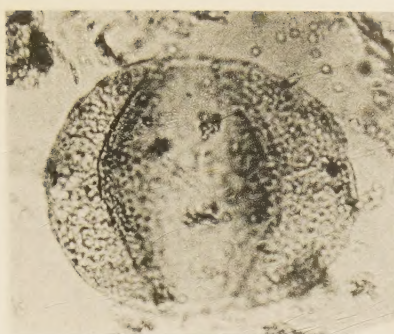
6

PLANCHE VII

1. — *Tilia*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
2. — *Pinus* type *silvestris*, grossissement $\times 460$.
(Charay : milieu de la couche de diatomite)
3. — *Pterocarya*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
4. — *Carya*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
5. — *Alnus*, grossissement $\times 1.000$. (Pourchères)
6. — *Alnus*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
7. — Tétrade d'*Ericacée*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
8. — *Corylus*, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
9. — *Betula*, grossissement $\times 1.000$. (Pourchères)
10. — Spore (*Polypodiacee*), grossissement $\times 460$. (Pourchères)
11. — Spore réniforme, grossissement $\times 460$. (Pourchères)
12. — Spore (*Polypodiacee* ?), grossissement $\times 460$. (Pourchères)



1



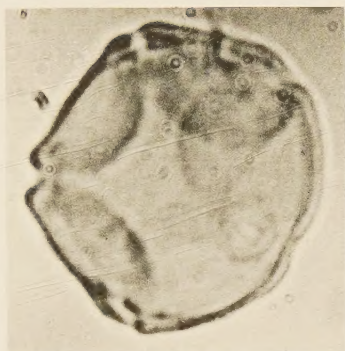
2



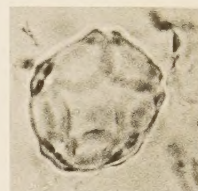
3



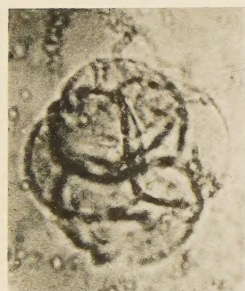
4



5



6



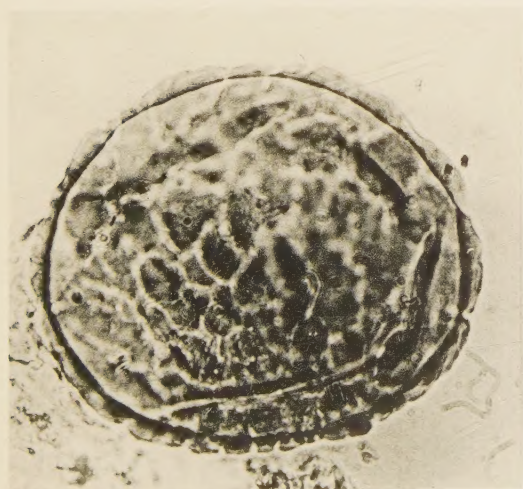
7



8



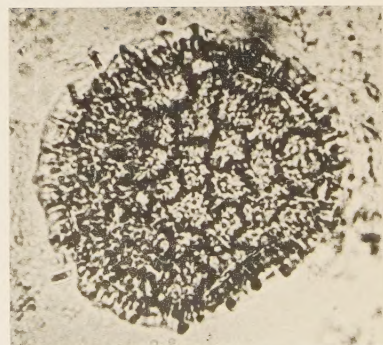
9



10



11



12

